

**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
**ODJEL LOVSTVA I ZAŠTITE PRIRODE**  
**STUDIJ LOVSTVA I ZAŠTITE PRIRODE**

**ŽELJKO RENDULIĆ**

**STRADAVANJA DIVLJIH ŽIVOTINJA U CESTOVNOM**  
**PROMETU NA PODRUČJU NACIONALNOG PARKA**  
**„PLITVIČKA JEZERA“**

**ZAVRŠNI RAD**

**KARLOVAC, 2019.**



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU  
ODJEL LOVSTVA I ZAŠTITE PRIRODE  
STUDIJ LOVSTVA I ZAŠTITE PRIRODE

ŽELJKO RENDULIĆ

STRADAVANJA DIVLJIH ŽIVOTINJA U CESTOVNOM  
PROMETU NA PODRUČJU NACIONALNOG PARKA  
„PLITVIČKA JEZERA“

ZAVRŠNI RAD

Mentor: dr.sc. Krunoslav Pintur, prof.v.š.

KARLOVAC, 2019.

# Stradavanja divljih životinja u cestovnom prometu na području Nacionalnog parka „Plitvička jezera“

## SAŽETAK

U radu su istražena stradavanja divljih životinja u cestovnom prometu (dnevna i godišnja dinamika) na području Nacionalnog parka Plitvička jezera za razdoblje 2017. i 2018. godine. Ukupno su zabilježena 62 stradavanja životinja od kojih je najviše bilo srna (*Capreolus capreolus*) 68% i divljih svinja (*Sus scrofa*) s 8%, dok su velike zvijeri vuk (*Canis lupus*), medvjed (*Ursus arctos*) i ris (*Lynx Lynx*) zastupljeni sa 6%. Podaci o naletima su analizirani GIS programom ArcMap 10.5.1. alatom *Kernel Density Estimation* (KDE). Dvema analizama koje su imale za težinu vrijednosti biomasu odnosno stupanj zaštite utvrđeno je 5 kategorija vjerojatnosti naleta (od A do E), odnosno od male vjerojatnosti do vrlo velike vjerojatnosti, koje su ujedno potvrđene kao “*hot spots*” lokacije. Za svaku kategoriju vjerojatnosti utvrđene su mjere za smanjivanje broja naleta i mogućih šteta na životinjama odnosno na vozilima i sudionicima prometa. Analize i metode mogu poslužiti za daljnje praćenje stradavanja divljih životinja na prometnicama te poboljšanja mjera za sprječavanja naleta na području Nacionalnog parka Plitvička jezera, ali i na drugim područjima.

**Ključne riječi:** divlje životinje, stradavanje u prometu, Nacionalni park „Plitvička jezera“, srna obična, *Kernel Density Estimation*, biomasa, stupanj zaštite, “*hot spots*”

## Wildlife-vehicle Collisions on Roads of Plitvice Lakes National Park

## ABSTRACT

This paper researches the occurrence of wild animals injuries (daily and annual dynamics) in vehicle collisions in the area of Plitvice Lakes National Park for the period 2017 and 2018. The total number of collisions was 62 with highest of Roe deer (*Capreolus capreolus*) of 68% and Wild boar (*Sus scrofa*) with 8%, while large predators Wolf (*Canis lupus*), Bear (*Ursus arctos*) and Lynx (*Lynx Lynx*) were 6%. Collision data was analyzed by GIS ArcMap 10.5.1. with *Kernel Density Estimation* (KDE) tool. The two analysis for the weight of the value of biomass or the degree of protection showed five probability ranges (from A to E) meaning from least probable to highly probable which are confirmed as "hot spots" locations. For each category of probability, measures have been taken to reduce hits and possible damage to animals and cars

as well as possible human victims. Analysis and methods can be used for further monitoring of the situation and for improvement measures to prevent collisions not only in the protected area like Plitvice Lakes National Park but as well as for the other areas where needed.

**Keywords:** wildlife, wildlife vehicle collisions, Plitvice Lakes National Park, Roe deer, Kernel Density Estimation, biomass, degree of protection, "hot spots"

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b>	1
<b>1.1. Opis područja</b>	2
1.1.1. Šume Nacionalnog parka Plitvička jezera	4
1.1.2. Livade i pašnjaci Nacionalnog parka Plitvička jezera	5
1.1.3. Područje naselja i infrastrukture	5
1.1.4. Fauna Nacionalnog parka Plitvička jezera	8
1.1.5. Ceste u Nacionalnom parku Plitvička jezera	10
<b>2. MATERIJALI I METODE</b>	12
<b>2.1. Prikupljanje podataka</b>	12
<b>2.2. Gis sustav</b>	13
<b>2.3. Obrada podataka</b>	14
<b>3. REZULTATI I RASPRAVA</b>	18
<b>3.1. Analiza stradavanja divljih životinja</b>	18
3.1.1. Analiza stradavanja prema vrstama	18
3.1.2. Godišnja dinamika stradavanja	20
3.1.3. Dnevna dinamika stradavanja	24
<b>3.2. Prostorna analiza stradavanja divljih životinja</b>	24
<b>3.3. Moguća rješenja</b>	30
3.3.1. Mala vjerojatnost naleta	32
3.3.2. Umjerena vjerojatnost naleta	33
3.3.4. Velika i vrlo velika vjerojatnost naleta	34
<b>5. LITERATURA</b>	41

## POPIS PRILOGA

### **Popis slika:**

Slika 1. Stradali srnjak na području NP „Plitvička Jezera“ (Izvor: arhiva NPPJ).....	2
Slika 2. Uzdužni hidrogeološki profil (Izvor: arhiva NPPJ) .....	3
Slika 3. Staništa i naselja u NP „Plitvička jezera“ (Izvor: arhiva NPPJ) .....	6
Slika 4. Posjetiteljski sustav NP „Plitvička jezera“ (Izvor: arhiva NPPJ) .....	7
Slika 5. Čopor vukova fotografiran pomoću fotozamke (Izvor: arhiva NPPJ).....	9
Slika 6. Mreža prometnica u NP „Plitvička jezera“ .....	11
Slika 7. Mjesta stradavanja divljih životinja na području NP „Plitvička jezera“.....	15
Slika 8. Lovišta oko Nacionalnog parka „Plitvička jezera“ .....	23
Slika 9. Mjesta stradavanja divljih životinja prema vrstama .....	26
Slika 10. Karta vjerojatnosti naleta na životinje u NP „Plitvička jezera“ obzirom na biomasu. Crveno i narančasto označena su mjesta kao “hot spots” .....	27
Slika 11. Karta vjerojatnosti naleta na strogo zaštićene životinje u NP „Plitvička jezera“. Crveno i narančasto označena su mjesta kao “hot spots” .....	28
Slika 12. Znak opasnosti divljač na cesti .....	32
Slika 13. Stradali medvjed na prometnici u NP „Plitvička jezera“ (Izvor: arhiva NPPJ).....	33
Slika 14. Stradali ris na dionici ceste označeno kao kategorija srednje vjerojatnosti naleta (Izvor: arhiva NPPJ).....	35
Slika 15. Stradali vuk na jednoj od "hot spot" lokacija (Izvor: arhiva NPPJ).....	35
Slika 16. Sustav za upravljanje i smanjenje sudara (Izvor: <a href="http://www.lifestrade.it">www.lifestrade.it</a> .).....	36
Slika 17. Oznaka za nadolazeći sustav (Izvor: <a href="http://www.lifestrade.it">www.lifestrade.it</a> .).....	37

### **Popis tablica:**

Tablica 1. Primjer evidentiranja podataka o naletu vozila na divljač (dio popisa stradalih životinja iz izvješća PP Korenica i čuvara prirode NPPJ).....	12
Tablica 2. Vrijednosti bodova dodijeljenih pojedinim vrstama prema biomasu .....	16
Tablica 3. Vrijednosti bodova dodijeljenih pojedinim vrstama prema stupnju zaštite .....	17
Tablica 4. Analiza broja stradavanja divljih životinja po km u svakoj kategoriji vjerojatnosti.....	30

### **Popis grafičkih prikaza:**

Grafički prikaz br. 1. Rast broja posjetitelja NP „Plitvička jezera“ kroz godine .....	7
Grafički prikaz br. 2. Udio stradavanja divljih vrsta u cestovnom prometu prema vrstama....	19
Grafički prikaz br. 3. Broj jedinki divljih vrsta stradalih u cestovnom prometu prema vrstama .....	20
Grafički prikaz br. 4. Analiza godišnje dinamike stradavanja divljih životinja u cestovnom prometu prema mjesecima.....	21
Grafički prikaz br. 5. Analiza godišnje dinamike stradavanja srne obične u cestovnom prometu prema mjesecima.....	22
Grafički prikaz br. 6. Dinamika broja posjetitelja u NPPJ u 2016. godini.....	22
Grafički prikaz br. 7. Analiza dnevne dinamike stradavanja životinja .....	24



# 1. UVOD

Nacionalni park „Plitvička jezera“ najstariji je i najveći nacionalni park u Hrvatskoj. Zaštićenim područjem proglašen je 1949. godine i zauzima površinu od 29.630,77 ha ([www.bioportal.hr/](http://www.bioportal.hr/)). Zbog svojih sačuvanih izvornih vrijednosti i posebnog značaja uvršten je na Listu svjetske baštine UNESCO-a 1979. godine ([www.whc.unesco.org](http://www.whc.unesco.org)). Svjetsku prepoznatljivost Parka donose jezera, odnosno vodene površine koje čine svega 1% površine Parka, a koja su ujedno i najatraktivniji i najposjećeniji dio nacionalnog parka. Ostatak Parka pokrivaju najvećim dijelom (oko 80%) šume bukve i jele, te 15% livada i pašnjaka koji su većinom zahvaćeni sukcesijom (ANONYMOUS, 2018). Područje naselja i stalne prisutnosti čovjeka čini oko 3% nacionalnog Parka. Zbog svog geografskog položaja i višestoljetnog utjecaja ratova i osvajanja, ovo područje dugo je bilo gotovo nepristupačno. Ova činjenica ponajviše i utječe na visoki stupanj očuvanosti prirode i živog svijeta.

Iako, sukladno Zakonu o zaštiti prirode (NN 80/13, 15/18, 14/19), definicija za nacionalni park podrazumijeva „*prostrano, pretežno neizmijenjeno područje kopna i/ili mora iznimnih i višestrukih prirodnih vrijednosti, koje obuhvaća jedan ili više sačuvanih ili neznatno izmijenjenih ekoloških sustava, a prvenstveno je namijenjen očuvanju izvornih prirodnih vrijednosti*“, utjecaj čovjeka na ovom prostoru ipak je velik. Potrebe za napretkom i ugodnijim životom nažalost su dovele do određenih degradacija staništa i stvorile lošije uvjete posebno za životinjski svijet koji dijeli ekosustav s čovjekom. Kako je područje dugo vremena pod zaštitom te degradacije su minimalne, ali ipak vidljive. Jedan od većih problema što se tiče očuvanja populacije krupne divljači i velikih predatora je sigurno prometna infrastruktura. Kroz područje Parka prolaze prometnice koje povezuju sjever i jug Hrvatske, što ih čini vrlo prometnim cestama, pogotovo u ljetnim mjesecima kada se odvija većina aktivnog turizma u području. Štete na automobilima nastale uslijed naleta vozila na divlje životinje iznose više od 100.000,00 kuna godišnje, dok štete na životinjama, pogotovo na zaštićenim vrstama, nije moguće izračunati kao niti ugroženost ljudskih života u takvim nesrećama. Migracije životinja bilo dnevne ili sezone, životna su potreba divljih životinja u potrazi za hranom, zaklonom ali i uvjetima za reprodukciju. Da bi imali što kvalitetniji i prirodniji ekosustav, dužnost svake javne ustanove koje upravlja zaštićenim područjem kao i lovoovlaštenika je da vodi brigu o migracijama i pritom nastoji spriječiti štete na divljači i prvenstveno ljudskim životima (Slika 1).



Slika 1. Stradali srnjak na području NP „Plitvička Jezera“ (Izvor: arhiva NPPJ)

### 1.1. Opis područja

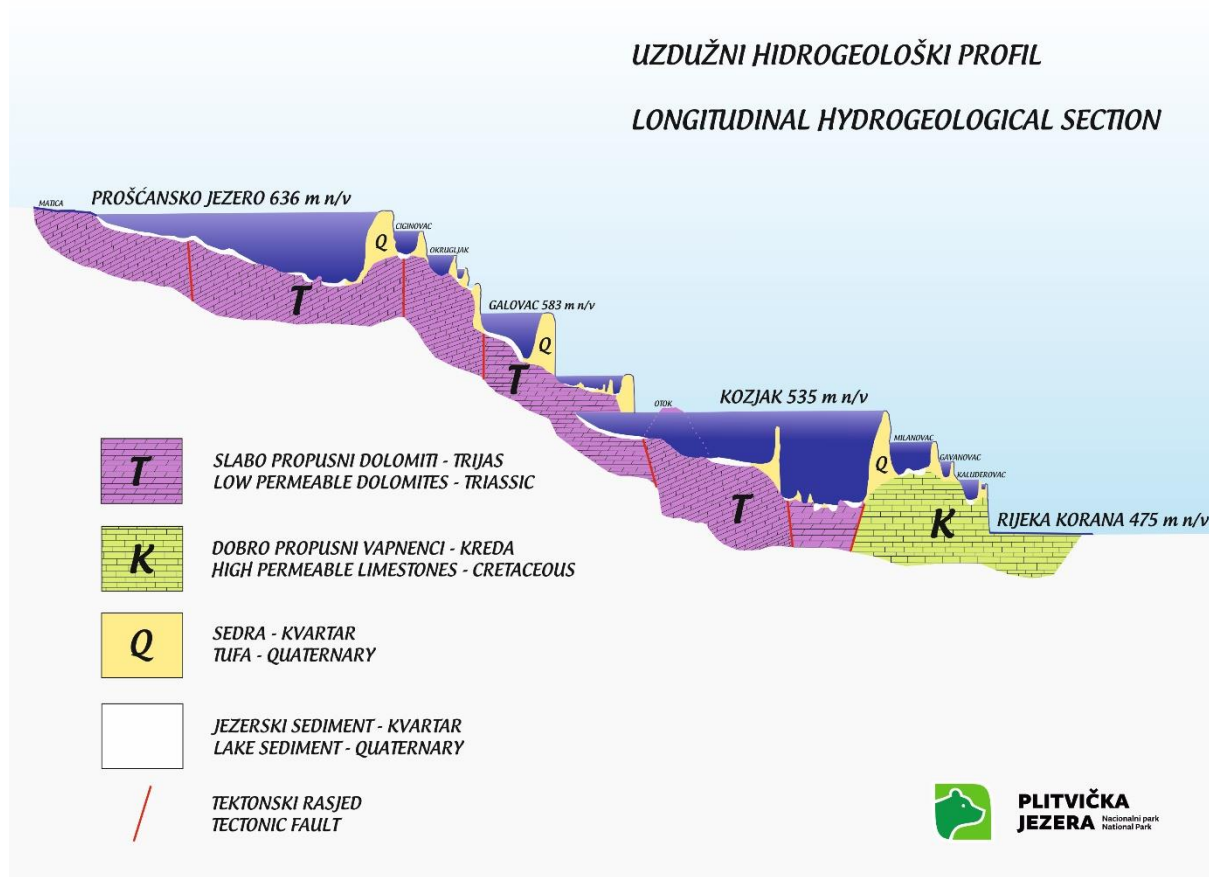
Nacionalni park Plitvička jezera nalazi se u unutrašnjosti gorske Hrvatske (oko 60 km zračne udaljenosti od mora) između visokih obronaka masiva Male Kapele na jugozapadu i Ličke Plješivice na sjeveroistoku. Najviši vrh Male Kapele - Seliški vrh (1280 m) ujedno je i najviša točka nadmorske visine u nacionalnom parku, a najniža je na rijeci Korani (417 m). Površina Parka iznosi 29.630,77 ha i većim dijelom pripada Ličko-senjskoj županiji (90,6%), a manjim Karlovačkoj županiji (9,4%) (ANONYMOUS, 2018).

Od srednjeg vijeka od kada se prvi put spominju Plitvička Jezera ovo područje je bilo pod nekakvim oblikom zaštite (FRANIĆ, 1910). Početkom stoljeća ovo područje je prepoznato od mnogih hrvatskih i svjetskih znanstvenika kao iznimno vrijedno područje te ga Predsjedništvo Narodne Republike Hrvatske, 08. travnja 1949. godine proglašava nacionalnim parkom i stavlja pod trajni i najviši oblik zaštite (ANONYMOUS, 2018). UNESCO 1979. godine uvrštava Park na svoju Listu svjetske prirodne baštine i tim potvrđuje posebnost i očuvanost cijelog područja. Odlukom zastupničkog doma Sabora Republike Hrvatske, 24. siječnja 1997. godine donesen je

Zakon o izmjenama Zakona o proglašenju Plitvičkih jezera nacionalnim parkom (NN 13/97), kojim se obuhvaća šire slivno područje. Tom je izmjenom zakona povećana dosadašnja površina Parka za 10 000 ha

U Parku prevladava umjereno topla vlažna klima s toplim ljetom sa srednjom godišnjom temperaturom od 9,4 °C i prosječnim padalinama od 1592 mm sa dosta velikim godišnjim oscilacijama koje se kreću od 1148 do 2113 mm (RUBINIĆ i sur., 2008).

Područje Parka dio je Dinarskog krškog područja te pripada jednoj od najdojmljivijih krških cjelina u svijetu, sa specifičnim geološkim, geomorfološkim i hidrološkim osobinama. Na području Parka prevladavaju vapnenci s ulošcima dolomita, ali i sami dolomiti. Odnos slabije propusnih ili vododrživih dolomita prema vodopropusnim vapnencima uvjetovao je današnji izgled čitavog prostora. Specifične hidrogeološke osobine stijena omogućile su zadržavanje vode na dolomitnim stijenama trijaskе starosti (Gornja jezera), ali i kanjonsko urezivanje u vapnenačke naslage kredne starosti (Donja jezera i kanjon Korane).



Slika 2. Uzdužni hidrogeološki profil (Izvor: arhiva NPPJ)

Gornja jezera čini 12 prostorno i volumenom dominantnih jezera, formiranih na dolomitima, prostranijih i razvedenijih te blažih obala u odnosu na Donja jezera. Među njima se nalaze i 2 najveća jezera: Kozjak i Prošćansko jezero. Preostala 4 jezera čine Donja jezera, formirana u vapnenačkom kanjonu sa strmim obalama. Današnja jezera su vrlo mlad kompleks naročito u geološkom smislu sa starosti od 7000–8000 godina (Slika 2). Ujezerivanje vode omogućile su sedrene barijere koje su temeljni fenomen nacionalnog parka i konačni produkt vrlo osjetljivog i jedinstvenog procesa osedranja (RUBINIĆ i sur., 2008).

#### 1.1.1. Šume Nacionalnog parka Plitvička jezera

Šume prekrivaju oko 82% područja Parka od čega su najzastupljenije ilirske bukove šume sa četiri zajednice: brdska bukova šuma s mrtvom koprivom, bukovo-jelove šume s mišjim uhom, bukove šume s crnim kukurijekom i bukove šume s crnim grabom. Navedene šumske zajednice spadaju u ciljne zajednice područja Natura 2000 te su prepuštene prirodnom razvoju prema Pravilnik o ciljevima očuvanja i osnovnim mjerama za očuvanje ciljnih Natura 2000 stanišnih tipova na području NP Plitvička jezera (ANONYMOUS, 2018). Veliki dio šumskih zajednica jednim dijelom su prašumskog tipa, jer se ni u prošlosti nije nikada gospodarilo punim intenzitetom ili etatom. Tako u najšumovitijem predjelu Parka nalazimo i prašumu ili ispravnije rečeno prastaru šumu Čorkova uvala, koja svojom impresivnom pojavom i odlikama europske prašume čini jednu od najljepših predjela Parka (ANIĆ i MIKAC, 2008).

Gospodarenja šumom do 1991. ipak je bilo, pogotovo u dijelu koji je proglašen nacionalnim parkom 1997. godine odlukom Hrvatskog sabora. Tako je područje Parka isprepleteno mrežom šumskih cesta koje su zatvorene rampama i u potpunosti su pod upravljanjem Nacionalnog parka. Ceste služe kao protupožarne vlake i pristupni putovi, a koriste ih čuvari prirode pri redovnom obilasku ili vozila koja sudjeluju u istraživanjima i monitoringu flore i faune. Promet je izuzetno rijedak tako da neke ceste ne budu korištene i po nekoliko tjedana. Održavanje obavljaju tehničke službe i vatrogasci Nacionalnog parka prema potrebi. Šumske ceste ovakvog tipa bez prometa teških kamiona ne zahtijevaju posebno održavanje. Ono se svodi na malčiranje svake dvije godine, uklanjanje stabala sa ceste i održavanje odvoda i propusta gdje postoje. Takav mir i relativno dobre ceste vrlo dobro koriste životinje za svoje migracije i potragu za hranom. Stradavanja životinja na ovim cestama nije zabilježeno i gotovo su nemoguća radi vrlo rijetkog prometa i vrlo spore vožnje.

### 1.1.2. Livade i pašnjaci Nacionalnog parka Plitvička jezera

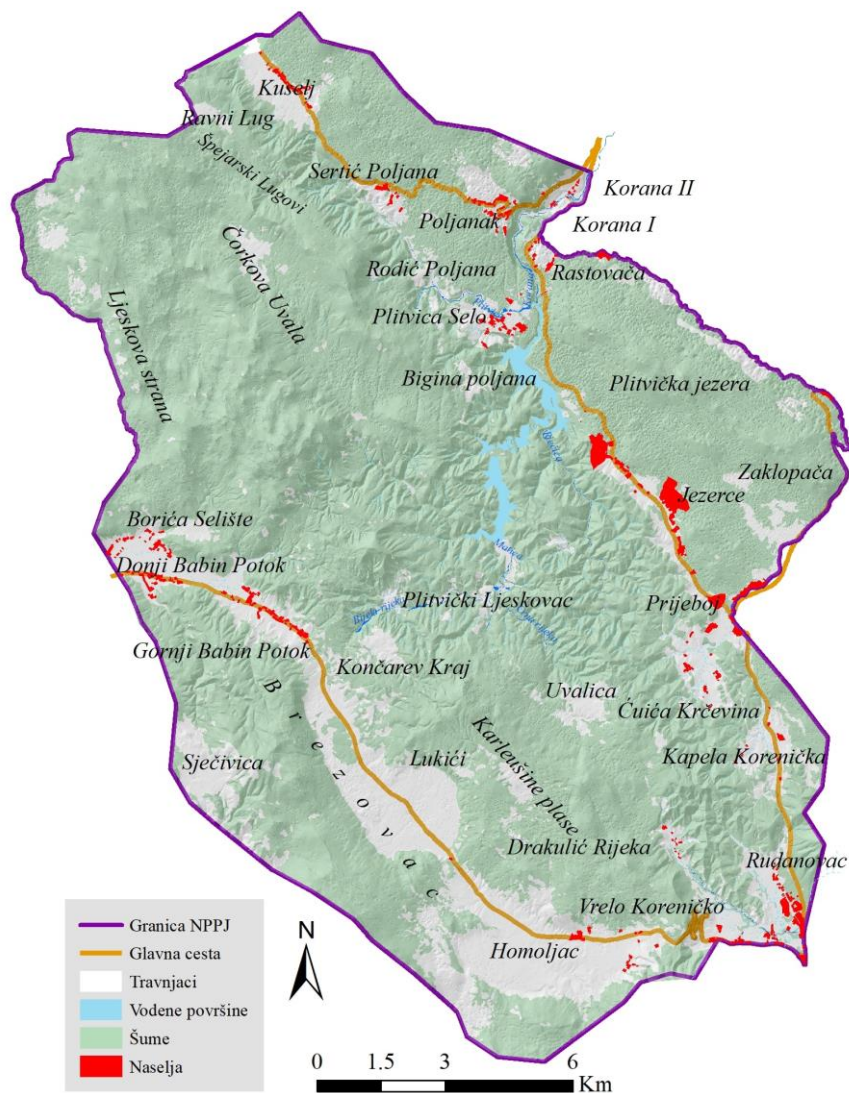
Zahvaljujući geografskom smještaju kao i velikom utjecaju klimatskih, geomorfoloških i hidroloških uvjeta, na ovom području prisutno je oko 1400 različitih vaskularnih biljaka što čini 30% svih zabilježenih vrsta u Republici Hrvatskoj (ALEGRO i ŠEGOTA, 2018). Ovdje nalazimo velik broj različitih flornih elemenata kao i endemskih vrsta, koji čine vrlo raznolika i pogodna staništa za niz životinja ovisnih o livadnim staništima. Neka zanimljiva staništa su livade, pašnjaci i malobrojne poljoprivredne površine, koje čine oko 15% Parka pri čemu je potrebno istaknuti kako je velik broj tih fragmentiranih područja u stadiju sukcesije (ANONYMOUS, 2018). Zarastanje livada i pašnjaka najočitije je u zadnjih par desetljeća, radi preseljenja stanovništva u urbanije predjele države, ali i napuštanja tradicionalnog načina poljoprivrede, pogotovo stočarstva. Sukcesija predstavlja ozbiljan problem za bioraznolikost biljnog i životinjskog svijeta. Uključivanje područja u ekološku mrežu Natura 2000, kao i nastojanja same Javne ustanove kroz plan upravljanja, podrazumijeva aktivno upravljanje i očuvanje livadnih staništa (Slika 3) (ANONYMOUS, 2018).

### 1.1.3. Područje naselja i infrastrukture

Naselja i prometnice zauzimaju oko 3% površine Parka (ovdje se u ubrajaju i sve državne i županijske ceste). Ovaj postotak se možda čini mali i neznatan, ali ima velik utjecaj na ukupan ekosustav kao i na migracije i nesmetan život divljih životinja. Prema popisu stanovništva iz 2011. godine na području Parka živjelo je 1 411 stanovnika u 20 naselja, čime ovo zaštićeno područje predstavlja najnaseljeniji nacionalni park u Republici Hrvatskoj (ANONYMOUS, 2019). Obzirom da je većina stanovništva smještena u 2 veća naselja i 6 srednjih, te da je nacionalni park površinom najveće zaštićeno područje u Hrvatskoj, ta brojka nije zabrinjavajuća. Većina malih naselja je pred gašenjem uslijed gubitka stanovništva.

Prostornim planom za neka naselja je i predviđeno ne ulaganje u širenje naselja ili razvoj gospodarskih djelatnosti (ANONYMOUS, 2018). Lokalno stanovništvo zbog rasta turizma na ovom području svoju djelatnost preusmjeravaju u uslužnu te napuštaju tradicionalni način življenja. Iseljavanje malih naselja unutar Parka poticala je i sama Javna ustanova otkupom zemljišta. Razlog otkupa zemljišta i gašenja malih naselja unutar područja Parka, pogotovo iz osjetljivih dijelova provodilo se u svrhu lakšeg upravljanja prostorom i zaštite osjetljivih dijelova slivnog područja (VIDAKOVIĆ, 1974).



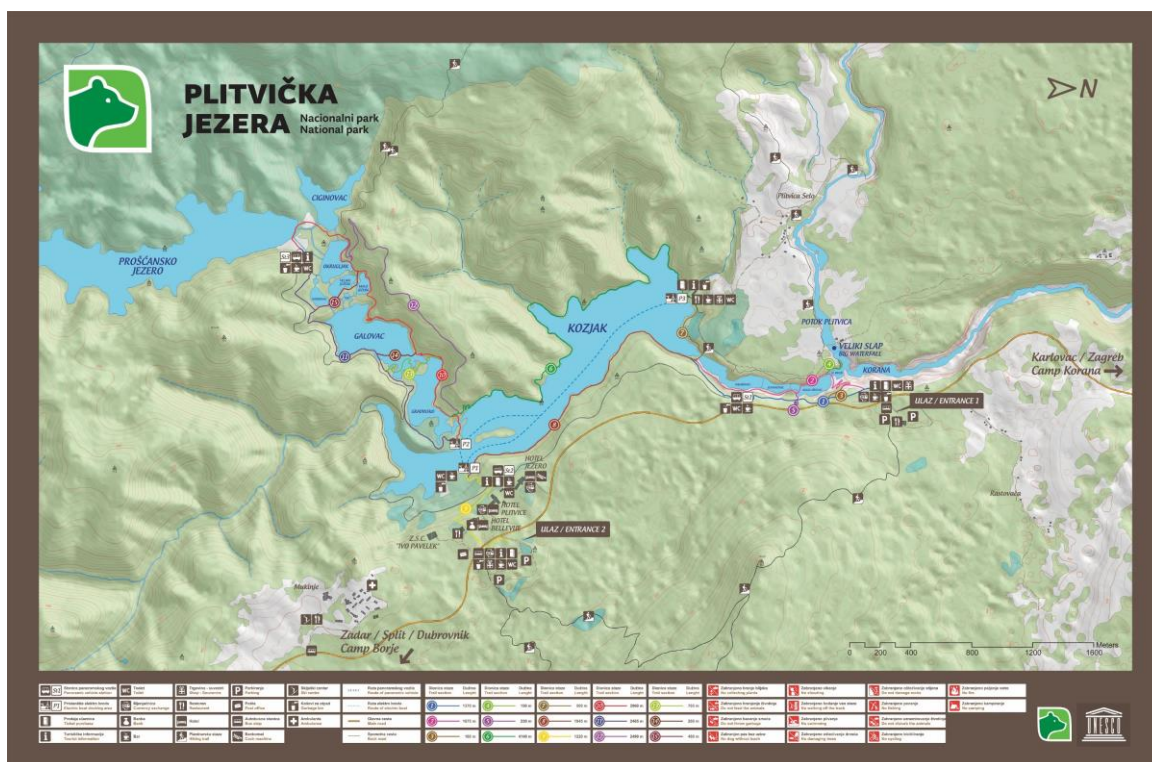


Slika 3. Staništa i naselja u NP „Plitvička jezera“ (Izvor: arhiva NPPJ)

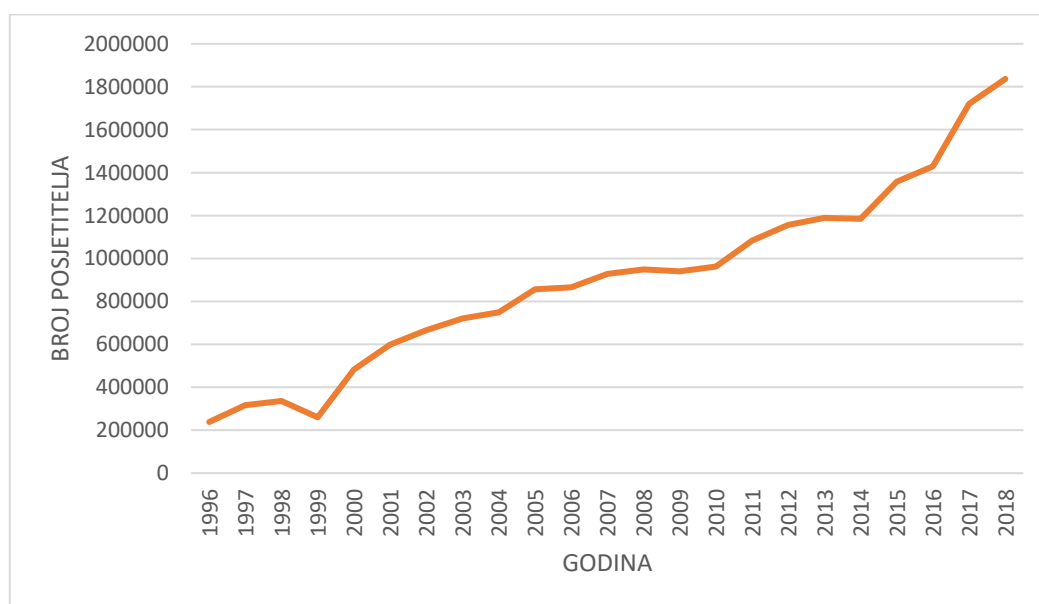
Nacionalni park ima pravo prvokupa nekretnina na svom području, ali današnja politika podrazumijeva otkup osjetljivih i ugroženih staništa dok se svaki oblik tradicionalne poljoprivrede potiče. Nažalost zbog lake instant zarade iznajmljivanjem soba, rijetko se tko bavi bilo kakvom poljoprivredom, a kamo li tradicionalnom i ekstenzivnom.

Turizam koji je već desetljećima prepoznatljiv dio Nacionalnog parka Plitvička jezera ima velik utjecaj na kompletan ekosustav. Iako sama jezera zauzimaju manje od 1% područja Parka, na tom području se odvija većina turističkog posjećivanja Parka (Slika 4). U Parku postoji i sustav planinarskih staza, koje prolaze šumskim predjelima za posjetitelje koji žele doživjeti

prirodu na malo drugačiji i mirniji način. Broj posjetitelja u zadnjih 12 godina se udvostručio (Grafički prikaz br. 1) i predstavlja značajan pritisak, kako na posjetiteljski sustav tako i na kompletan ekosustav Nacionalnog parka „Plitvička jezera“ (ANONYMOUS 2018)



Slika 4. Posjetiteljski sustav NP „Plitvička jezera“ (Izvor: arhiva NPPJ)



Grafički prikaz br. 1. Rast broja posjetitelja NP „Plitvička jezera“ kroz godine

#### 1.1.4. Fauna Nacionalnog parka Plitvička jezera

Prirodna obilježja prostora na području NP „Plitvička jezera“ ostala su dovoljno očuvana od utjecaja čovjeka, tako da su i staništa životinja svih taksonomskih i ekoloških kategorija i dalje nastanjena populacijama vrsta koje su ovdje živjele i prije nego je čovjek podigao ovdje svoja naselja i odlučio se za suživot sa prirodom. Za životinje je posebno važno da Nacionalni park Plitvička jezera nisu samo očuvani i zaštićeni "otok prirode" u urbaniziranom okolišu, nego da su i okolna područja njihovo neprekinuto stanište koje im omogućava zadovoljavanje svih životnih potreba i stalni protok gena. Ekosustavi kakve nalazimo na Plitvičkim jezerima, pripadaju skupini onih s najvećom biološkom raznolikošću. U Parku je zabilježeno više od 50 vrsta sisavaca, od kojih su neki dugi tek desetak centimetara, a neke ubrajamo među najveće sisavce Europe. Posebno se izdvajaju atraktivne, zaštićene (medvjed) i strogo zaštićene vrste (vuk, ris, vidra i divlja mačka). Od papkara najzastupljeniji su srna (*Capreolus capreolus*), jelen obični (*Cervus elaphus*) i divlja svinja (*Sus scrofa*). Među srednjim sisavcima ovoga područja izdvajaju se zec (*Lepus europaeus*), lisica (*Vulpes vulpes*), tvor (*Mustela putorius*), lasica (*Mustela nivalis*), jazavac (*Meles meles*), kuna zlatica (*Martes martes*), kuna bjelica (*Martes foina*), divlja mačka (*Felis silvestris*). Smeđi medvjed (*Ursus arctos*) nalazi se na logotipu Parka (ANONYMOUS 2018). Istraživanja su pokazala da se medvjedi kreću na dosta velikim površinama. Dnevna kretanja mogu biti i preko 10 km, dok je procijenjeno kako tijekom života medvjed u hrvatskim staništima koristi prostor od oko 250 km<sup>2</sup> (HUBER i sur., 2008). Budući da medvjed nije teritorijalna životinja i sklona je lutanju u potrazi za hranom teško je utvrditi točan broj medvjeda u Parku. Procijene idu od 18 do čak 40 medvjeda, ali bilo bi vrlo neozbiljno navoditi nekakve točne brojke. Trenutno se u Parku provodi projekt „Istraživanje brojnosti, korištenja prostora i ponašanja medvjeda na području NP Plitvička jezera“ koji će dati detaljne i točnije podatke. Temeljem izvještaja i rezultata dosadašnjeg tijeka istraživanja možemo slobodno ustvrditi kako je Park jako dobro stanište za medvjede te ga oni vrlo rado koriste (HUBER, 2017). Također su u tijeku i istraživanja pod nazivom „Prostorna ekologija vukova u Nacionalnom parku Plitvička jezera“ kao i „Prostorna ekologija risova u Nacionalnom parku Plitvička jezera“. Prema izvještajima za vuka (*Canis lupus*), područje Parka dijele tri vučja čopora čiji teritoriji međutim izlaze i daleko izvan granica Parka (KUSAK, 2016). Vukovi su praćeni telemetrijski od 2014. godine, a tijekom dosadašnjeg istraživanja označene su četiri jedinice vuka, od kojih su dvoje nosili ogrlicu cijelu godinu, kako je i predviđeno. Ostale jedinice nisu uspjele slati signal kroz predviđeno vrijeme. Mreža fotozamki na području Parka kao i praćenje svih tragova vuka također potvrđuju prisutnost tri čopora sa



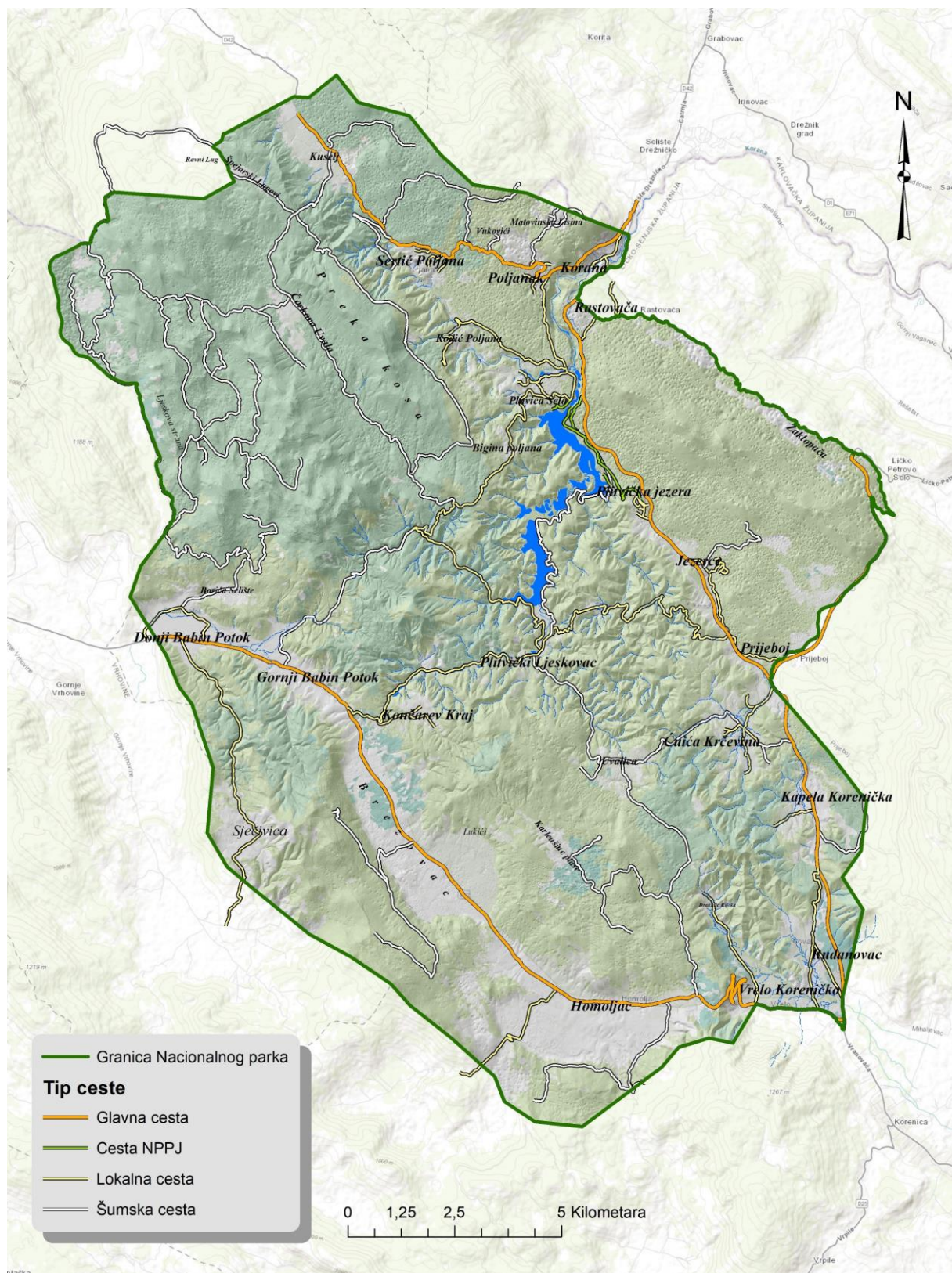
oko 18 jedinki (KUSAK, 2016). Ris (*Lynx lynx*) je također praćen telemetrijskim ogrlicama kao i fotozamkama. Ustanovljeno je da područje Parka koristi 9 jedinki risa (KUSAK, 2017). Obzirom na ukupnu populaciju risa u Hrvatskoj koja se procjenjuje na 40-50 jedinku ova brojka je vrlo značajna. Papkari u Nacionalnom parku Plitvička jezera nisu prebrojavani i ne zna im se veličina populacije. Temeljem pojedinačnih zapažanja čuvara prirode i ostalim nedirektnim metodama prebrojavanja divljači poput stradavanja na cesti zaključak je da je populacija papkara, osobito srne prisutna u vrlo velikom broju. Treba izdvojiti i mrežu fotozamki postavljenih na područja Parka, prvenstveno u sklopu istraživanja velikih zvijeri (Slika 5) koji su vrlo dobar izvor podataka. Trenutno na područja Parka aktivno rade 32 fotozamke. Tijekom godina, počevši od 2011. godine, u sklopu raznih znanstvenih projekata i redovnog monitoring stručne službe Nacionalnog parka prikupljeno je preko 300000 fotografija. Fotografije su pohranjene u bazu programa Access 2103 sa svim atributima i opisima, te je pojednostavljeno njihovo pregledavanje i razvrstavanje. Važno je napomenuti da na svim fotografijama nisu životinje, većina ih je “prazna“, ili sa ljudima, vozilima i slično. Takve fotografije su također vrlo bitne za bazu i analizu jer mogu ukazati na utjecaj turista, vozila ili nekih drugih događaja na ponašanje i kretanje životinja.



Slika 5. Čopor vukova fotografiran pomoću fotozamke (Izvor: arhiva NPPJ)

#### 1.1.5. Ceste u Nacionalnom parku Plitvička jezera

Područje Parka i okolice dugi niz godina je bilo poprilično prometno izolirano što je pomoglo očuvanosti svih segmenata prirodnih obilježja. Prolaskom državne ceste D1 krajem šezdesetih godina počinje turizam u oblicima kakvog ga danas poznajemo. Uz povećani priljev turista i posjetitelja započinje izgradnja infrastrukture, hotela te razvoja okolnih naselja. Slijedom toga grade se i ceste, kako lokalne do naselja tako i šumske pogotovo u predjelima koji će biti dio nove granice Nacionalnog parka 1997. godine. Tako danas na području Parka brojimo gotovo 160 km šumskih cesta i isto toliko asfaltiranih prometnica (Slika 6.). Jedan manji dio pripada Javnoj ustanovi Parka i služi za prometovanje turističkih i službenih vozila. Najviše stradavanja divljači zabilježen je na državnim cestama na kojima se odvija najviše prometa. Kroz Park prolaze 4 državne ceste: D1 dužine 15 km, D429 dužine 14 km, D42 dužine 12 km i D52 dužine 23 km što je ukupno oko 64 km državnih cesta. Osim sezonskih migracija u proljeće i jesen kada je divljač najaktivnija s ciljem zadovoljavanja životnih potreba, velik utjecaj na stradavanje životinja ima i frekvencija prometa na državnoj cesti D1. Kako navedena cesta spaja sjever i jug Hrvatske koji je najznačajnija turistička destinacija, promet u ljetnim mjesecima je udeseterostručen pa su tako i naleti vozila na divljač veći ljeti nego u ostalim godišnjim dobima.



Slika 6. Mreža prometnica u NP „Plitvička jezera“



## 2. MATERIJALI I METODE

### 2.1. Prikupljanje podataka

Podaci analizirani u ovom radu prikupljeni su od IV. Policijske postaje Korenica i Službe čuvara prirode Nacionalnog parka Plitvička jezera (Tablica 1.) Podaci obuhvaćaju vremensko razdoblje 2017. i 2018. godine. Za svaki događaj opisana je vrsta životinje, točno mjesto nastanka kolizije, datum i vrijeme. Većina podataka se podudara, pogotovo kod sudara sa većom materijalnom štetom. U obzir su uzimani samo službeni podaci jer su kraj svake vrste upisani točan datum, vrijeme i lokacija stradavanja. Razgovorom sa lokalnim stanovništvom moglo se utvrditi da to nisu svi slučajevi naleta, no radi nepreciznosti podataka, slučajevi bez svih potrebnih parametara nisu korišteni u analizama. Kolizije sa sitnim predatorima i sitnom divljači uglavnom nisu evidentirani u službenim evidencijama jer takvi sudari ne uzrokuju značajniju materijalnu štetu i uglavnom se ne prijavljuju. Ukupno je za razdoblje 2017. i 2018. godine zabilježeno 62 naleta vozila na životinje u Parku. Od tog broja većina je vozača zatražila odštetu za nastalu štetu. Uz popis navedenih naleta na životinje od financijskog odjela Parka dobiveni su i podaci o isplaćenim štetama za razdoblje od 2014.-2018. godine. Popis se odnosi na isplaćene premije osiguranja od osiguravajućeg društva za štete nastale na vozilima kojem Nacionalni park uplaćuje fiksnu godišnju premiju prema ugovoru. Za navedeno razdoblje isplaćeno je ukupno 617.708,14 kuna za nastale štete u naletima na životinje.

Podaci iz tablica preneseni su i digitalizirani GIS programom ArcMap 10.5.1. Svi opisni podaci za svaku točku upisani su u podatkovnoj tablici. Ovakav način digitalizacije i prikaza podataka idealan je za daljnju obradu i analize.

Tablica 1. Primjer evidentiranja podataka o naletu vozila na divljač (dio popisa stradalih životinja iz izvješća PP Korenica i čuvara prirode NPPJ)

Redni broj	Naselje	Vrsta	Datum	Vrijeme	X koordinata	Y koordinata
1	Poljanak	Srna	8. prosinac 2018.	6:00:00	427993,9	4976543
2	Rudanovac	Tetrijeb	26. studeni 2018.	6:30:00	435772,6	4960519
3	Plitvička Jezera	Srna	27. listopad 2018.	19:15:00	430372,6	4972106

4	Plitvička Jezera	Srna	26. listopada 2018.	8:00:00	430306,6	4972120
5	Homoljac	D. svinja	24. listopada 2018.	11:45:00	430895,1	4959157
6	Prijeboj	Ris	7. rujan 2018.	18:30:00	434642,5	4966277
7	Rastovača	Srna	29. kolovoz 2018.	21:00:00	429645,7	4974885
8	Rudanovac	Srna	19. kolovoz 2018.	21:30:00	435618	4961112
9	Plitvička Jezera	Srna	17. kolovoz 2018.	17:30:00	430709,6	4971797
10	Rudanovac	Srna	15. kolovoz 2018.	21:45:00	435999,4	4958854
11	Homoljac	Srna	7. kolovoz 2018.	17:20:00	427990,9	4960662

## 2.2. Gis sustav

GIS (eng. *Geographic Information System*) je skraćenica za geografski informacijski sustav i predstavlja informatičku tehnologiju koja kombinira geografske podatke s ostalim vrstama podataka. Ovaj sustav omogućuje prikupljanje, spremanje, upravljanje, analizu, prikazivanje i distribuciju prostornih podataka stvarajući „pametne karte“. Svrha GIS-a je unaprijediti donošenje odluka koje su na bilo koji način u vezi s prostorom. On integrira prostorne i druge vrste informacija unutar jednog sustava te na taj način nudi konzistentni okvir za analizu prostora (TUTIĆ i sur. 2006). Počeci takve računalne tehnologije sežu u 60-te godine dvadesetog stoljeća za potrebe kanadskog Ministarstva energije rudarstva i resursa. Razvojem računalne tehnologije i velikoj primjenjivosti, GIS tehnologija postaje neizostavan i ključni dio u planiranju, analizi i praćenju stanja u mnogim granama ljudske djelatnosti. Širenjem internetske mreže u skoro sve dijelove Svijeta velikom broju pojedinaca je omogućen pristup GIS servisima i aplikacijama koje koriste tu tehnologiju. Jedan od najpoznatijih i najraširenijih načina široke upotrebe GIS tehnologije su navigacijski sustavi u automobilima ili mobilnim telefonima. Laka pristupnost i vrlo jednostavno korištenje aplikacija i programa proizašlih iz GIS tehnologije, olakšava i postaje svakodnevni dio života. Unutar informacijskog sustava mogu se upotrijebiti različiti tipovi podataka od kojih svaki ima svoje karakteristike. Najčešće korišteni su rasterski i vektorski tip podataka, oni sadrže prostorne informacije i neprostorne vrijednosti za svaki objekt pohranjen u stanicama rastera ili atributnim tablicama. Vektorski tipa podataka opisuje svijet oko sebe koji podrazumijeva točke, linije i poligone. Idealan je za prikaz granica, cesta, katastarskih čestica ili pojedinačnih točkastih lokacija. U svom

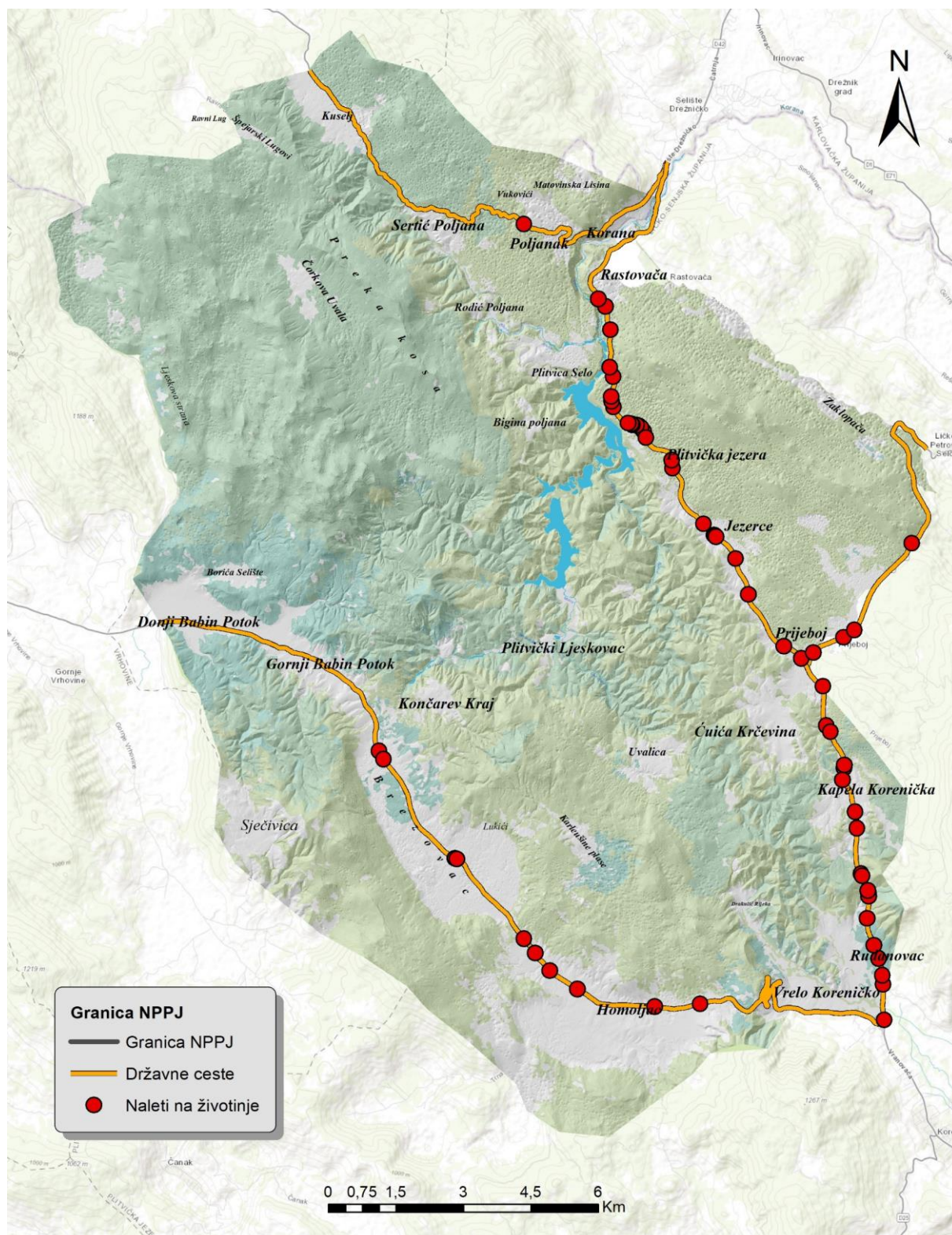
najjednostavnijem obliku, raster se sastoji od matrice stanica (ili piksela) organiziranih u redove i stupce (ili mrežu) gdje svaka stanica sadrži vrijednost koja predstavlja informacije, kao što je temperatura, nadmorska visina i slično. Rasteri su digitalne zračne fotografije, slike sa satelita, digitalne slike ili čak skenirane karte (TUTIĆ i sur., 2006).

### 2.3. Obrada podataka

Podaci iz tablica su georeferencirani na kartu i dobiven je geoprostorni prikaz svih naleta vozila zabilježenih na prostoru Parka (Slika 7). Vrlo jednostavna i primjenjiva metoda koja na prvi pogled daje informacije na kojim dionicama ceste postoji opasnost od nalet vozila na životinje. Naleti su prikazani točkastim lokalitetima na kartografskoj podlozi TK 25000 (preuzeto iz Državnog Geodetskog Zavoda (DGU)). Uz svaki lokalitet ili točku veže se podatkovna tablica sa vrstom, datumom i vremenom pojedinog naleta. Program ArcMap kao jedan od najsofisticiranijih programa za obradu geoprostornih podataka sa naglaskom na statistiku daje priliku za korištenje niz alata za analize, interpolaciju i modeliranje podataka. Jedan od zahvalnijih i često korištenih alata je *Kernel Density Estimation* koji će upravo poslužiti za obradu podataka naleta vozila na životinje u Nacionalom parku Plitvička jezera.

*Kernel Density Estimation* (KDE) je statistički alat ili tehnika za procjenu funkcije gustoće vjerojatnosti slučajne varijable na temelju uzorka točaka uzetih iz te distribucije (SILVERMAN, 1998). Često se koristi u demografskim istraživanjima za vizualizaciju gustoće stanovništva (CARLOS i sur., 2010) ali i za prikaz prometnih nesreća u velikim gradovima (HASIMOTO i sur., 2016) kao i za kolizije automobila i životinja (MORELLE i sur., 2013). Ovaj alat je sastavni dio GIS programa ArcMap u odjeljku Spatial Analyst. *Kernel density estimation* koristi više vrsta krivulja za prikaz podataka, a u ovom slučaju koristili smo Gaussovu zvonastu krivulju koja je i najčešća u ovakvoj procjeni gustoće. Ona je vrlo glatka i na temelju nekoliko bliskih točaka procjenjuje da su sve točke u tom susjedstvu vrlo vjerojatne. Takav način prikaza podataka kada se prenese na rasterski oblik oku je vrlo ugodan i razumljiv. Pogotovo u slučaju prelaska divljači na određenim dijelovima ceste. Metodologiju određivanja različitih stupnjeva opasnosti naleta na životinje pomoću *Kernel Density Estimation* alata primijenili su autori MOSHTAGHIE i KABOLI (2015). *Kernel Density Estimation* alat pruža mogućnost dodjeljivanja težine svakoj točki na prikazu. Takva mogućnost idealna je npr. u slučaju prikazivanja gustoće naleta vozila na divlje životinje u nacionalnim parkovima ili primjerice naleta na divljač na području lovišta. Osim gustoće točaka na određenim dijelovima

prometnica, u analizi podataka mogu se primijeniti i dodatni čimbenici. Kod ovog skupa podataka uzeta je u obzir vrsta životinje, njena biomasa i status zaštite.



Slika 7. Mjesta stradavanja divljih životinja na području NP „Plitvička jezera“

Naleti su analizirani na dva načina. Prvom analizom (Tablica 2) uzeta je u obzir biomasa životinja i veličina štete koja nastane prilikom naleta vozila. Ovakav način vrednovanja vrlo je bitan jer nije ista visina štete nastala naletom vozila na male životinje poput zeca, lisice ili velike poput divlje svinje. Za potrebe analize životinje su podijeljene u tri kategorije; velike, srednje i male mase. Tako je životinjama velike biomase: medvjed, jelen i divlja svinja dodijeljeno 30 bodova. Kako navedene vrste životinje mogu doseći i težine preko stotinu ili više stotina kilograma naleti na njih uzrokuju velike materijalne štete kao i mogućnost stradavanja sudionika prometa. U drugu kategoriju vrijednosti svrstani su srna, vuk i ris, kao životinje srednje biomase s 20 bodova. Obzirom na prosječnu težinu ovih životinja štete kod naleta su puno manje, uglavnom na razini manje materijalne štete. U treću kategoriju, s 10 bodova, svrstani su: lisica, jazavac, tetrijeb i zec. Za njih ne možemo reći da su bezvrijedni ili nevažni ali materijalne šteta nakon naleta vozila na njih su najmanje. Kod nekih vrsta poput zeca ili tetrijeba često puta i beznačajne.

Tablica 2. Vrijednosti bodova dodijeljenih pojedinim vrstama prema biomasi

VRSTA	VRIJEDNOST
Lisica, jazavac, zec, tetrijeb gluhan	10
Srna obična, vuk, ris	20
Medvjed, jelen obični, divlja svinja	30

Za potrebe druge analize životinje su vrednovane prema njihovom stupnju ugroženosti ili zaštite u Republici Hrvatskoj. U nacionalnim parkovima sve se životinje smatraju zaštićenima pošto se u njima ne dozvoljava nikakvo gospodarenje ili ekonomsko korištenje prirodnih dobara pa tako i lov (Zakon o zaštiti prirode, NN 80/13, 15/18, 14/19). Kako životinje ne poznaju granice nacionalnog parka i stanište im je daleko veće u obzir je uzeta njihova zaštita na cijelom području RH. Za razliku od prve analize ova ima dva stupnja pošto su životinje podijeljene na strogo zaštićene i nezaštićene.

Prvoj kategoriji životinja dodijeljeno je 10 bodova; srna, zec, lisica, jazavac, divlja svinja i jelen obični. Osim u nacionalnim parkovima ove životinje su lovna divljač prema Zakonu o lovstvu (NN 99/18, 32/19), a njihova brojnost i populacija je stabilna.



Drugu kategoriju čini životinje koju su proglašene strogo zaštićenim vrstama ne samo u nacionalnim parkovima već na cijelom području Republike Hrvatske. Prema Pravilniku o strogo zaštićenim vrstama (NN 144/13, NN 73/16) ovdje spadaju vuk, ris, tetrijeb gluhan i medvjed. Tetrijeb je označen kao ugrožena (EN) dok ris spada u kritično ugroženu vrstu (CR). Ovoj kategoriji vrijednosti dodijeljeno je 30 bodova.

Tablica 3. Vrijednosti bodova dodijeljenih pojedinim vrstama prema stupnju zaštite

VRSTA	VRIJEDNOST
Lisica, jazavac, zec, srna, jelen obični, divlja svinja	10
Medvjed, ris, vuk, tetrijeb gluhan	30

Gustoća procjene rađena je u krugovima promjera 400 m tako da isti obuhvaćaju i dijelove šume oko prometnica gdje zapravo nema nikakve opasnosti od naleta vozila na životinje. Takav način je upotrijebljen radi bolje vizualizacije iako se opasnost odnosi samo na dijelove prometnica. Manji radijus oko svake točke bio bi prihvatljiv sa rastom broja podataka odnosno unosom puno više točaka naleta (ALI AGHAJANIA i sur., 2016).

Razlog ovakvog načina procjene gustoće je podjela u stupnjeve opasnosti odnosno vjerojatnosti ponovnog sudara. Procjena gustoće podijeljena je na pet razina pa tako i vjerojatnost naleta na životinje.

### 3. REZULTATI I RASPRAVA

#### 3.1. Analiza stradavanja divljih životinja

##### 3.1.1. Analiza stradavanja prema vrstama

Analizom naleta već na prvi pogled dolazi se do zaključka kako je srna kao vrsta (Grafički prikaz br 2 i 3) najčešći sudionik prometnih nesreća na području Nacionalnog parka „Plitvička jezera“ s ukupno 42 stradale jedinke.

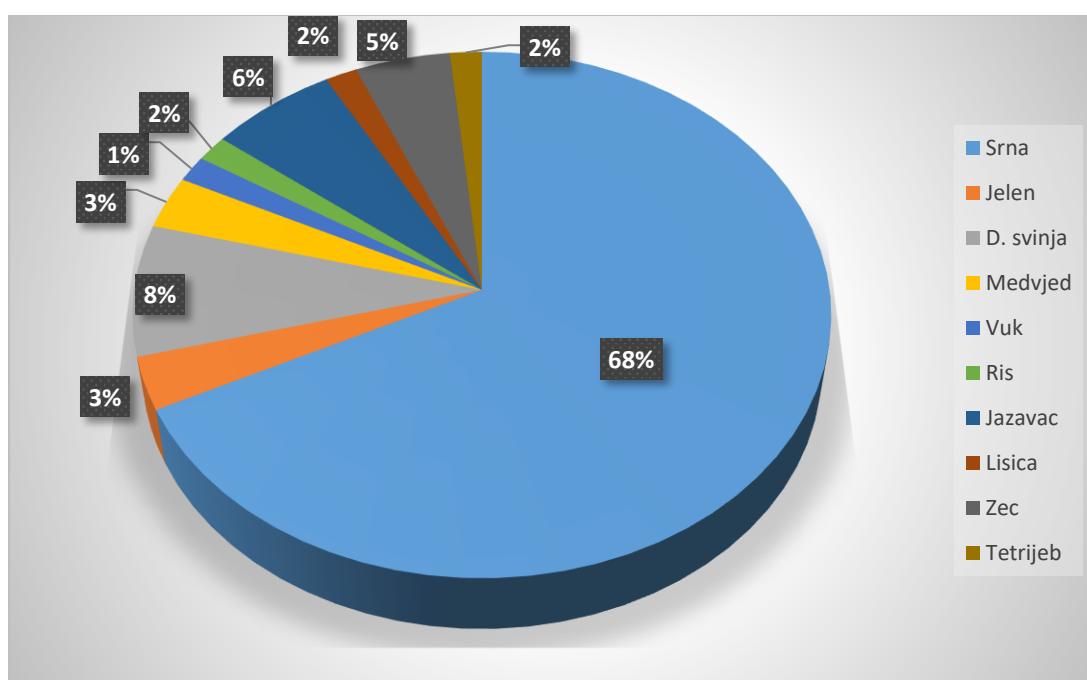
Taj podatak ni malo ne začuđuje pošto su slični i veći postotci zabilježeni na drugim područjima u Hrvatskoj (PINTUR i sur., 2012) kao i diljem Europe, od Španjolske (COLINO-RABANAL i sur., 2016) do Litve (BALČIAUSKAS, 2009). Ukupan broj stradalih od 42 jedinke čini udio od 68% ukupno stradalih životinja. Taj udio je manji nego što su utvrdili PINTUR i sur. (2012) i ŠPREM i sur. (2013) u sličnim analizama u Hrvatskoj. Manji udio stradalih srna u ukupnom broju može se pripisati velikoj bioraznolikosti Parka koja se očituje prisustvom velikih predatora. Kako u Parku nije bilo istraživanja ni utvrđivanja brojnosti srne ne možemo ga uspoređivati s gospodarenim populacijama na sličnim staništima. Može se pretpostaviti da je brojnost nešto manja jer je populacija prepuštena prirodnom razvoju bez utjecaja čovjeka koji u dobro gospodarenim lovištima populaciju nastoji dovesti do prihvatljivog maksimuma.

Druga vrsta po učestalosti stradavanja na prometnicama je divlja svinja (8%). Sličnu učestalost su utvrdili PINTUR i sur. (2012) na području Karlovačke županije te ŠPREM i sur. (2013) na području cijele Hrvatske. Jelen obični s 3% udjela i dvije stradale jedinke u naletima manji je od prosjeka zabilježenih u nekim sjevernim državama Europe, poput Litve (BALČIAUSKAS, 2009), dok su ŠPREM i sur. (2013) utvrdili vrlo sličan udio na razini cijele Hrvatske. Od ostalih vrsta treba izdvojiti nalete na sva tri velika predatora medvjeda, vuka i risa koji zajedno čine 6% svih naleta (Grafički prikaz br. 2), što svakako nije zanemariva brojka obzirom da su to strogo zaštićene vrste. U kategoriju ugroženih ne ulazi medvjed pošto je njegova populacija u Hrvatskoj stabilna (HUBER i sur., 2008), ali ga je vrlo bitno spomenuti jer zbog velike mase uzrokuje velike štete i moguće smrtne posljedice za sudionike prometa.

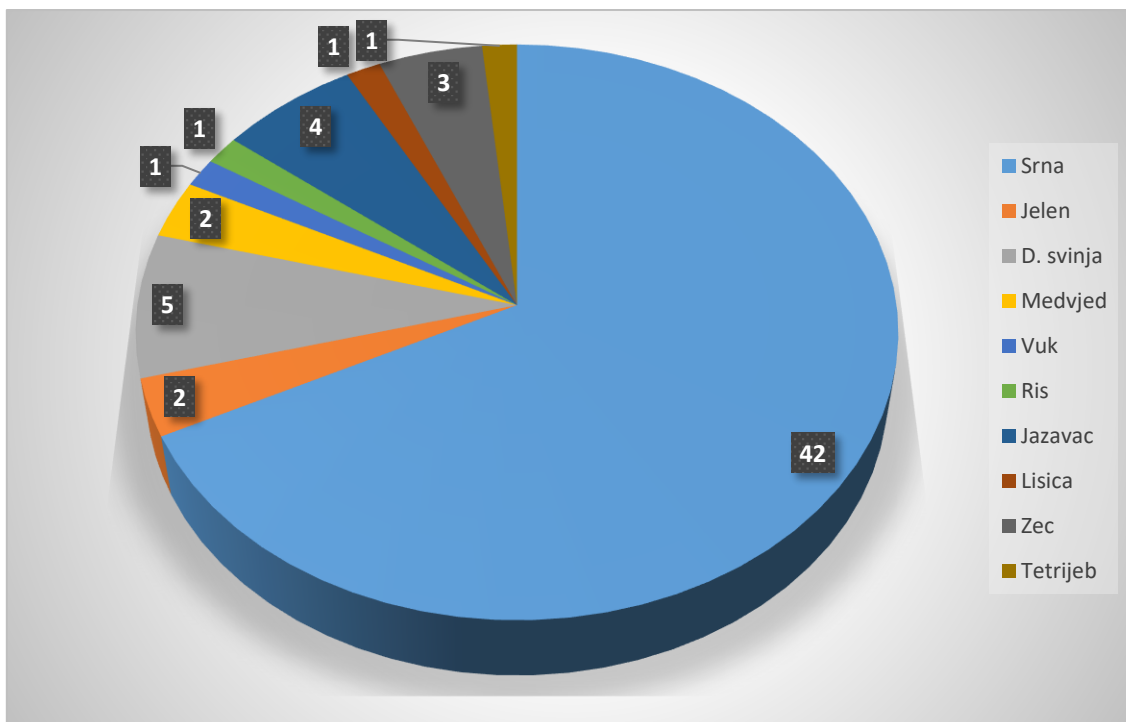
Stradavanje svake jedinke risa, kao kritično ugrožene vrste (CR) sukladno Pravilniku o strogo zaštićenim vrstama (NN 144/13, NN 73/16), značajno je s aspekta opstanka populacije na području Republike Hrvatske.

Vuk ne spada u kategoriju ugroženih vrsta ali kao strogo zaštićena vrsta svakako treba posebnu pažnju radi očuvanja stabilnosti populacije.

Udio ostalih životinjskih vrsta iznosi 15% sa 4 stradala jazavca, 3 zeca te po jedna stradala lisica i tetrijeb. Stradavanja ovih vrsta nisu beznačajna ali izazivaju puno manje štete na vozilima. Tomu je i razlog puno neprijavljenih naleta na sitne dlakave i pernate životinje. Tetrijeb je potvrđen kao vrsta koja ne obitava na području Nacionalnog parka „Plitvička jezera“ (KRAPINEC, 2014) te se nalet na jednu jedinku tetrijeba može objasniti kao slučajnost, odnosno blizinom Plješivice gdje je prirodno stanište tetrijeba gluhana.



Grafički prikaz br. 2. Udio stradavanja divljih vrsta u cestovnom prometu prema vrstama



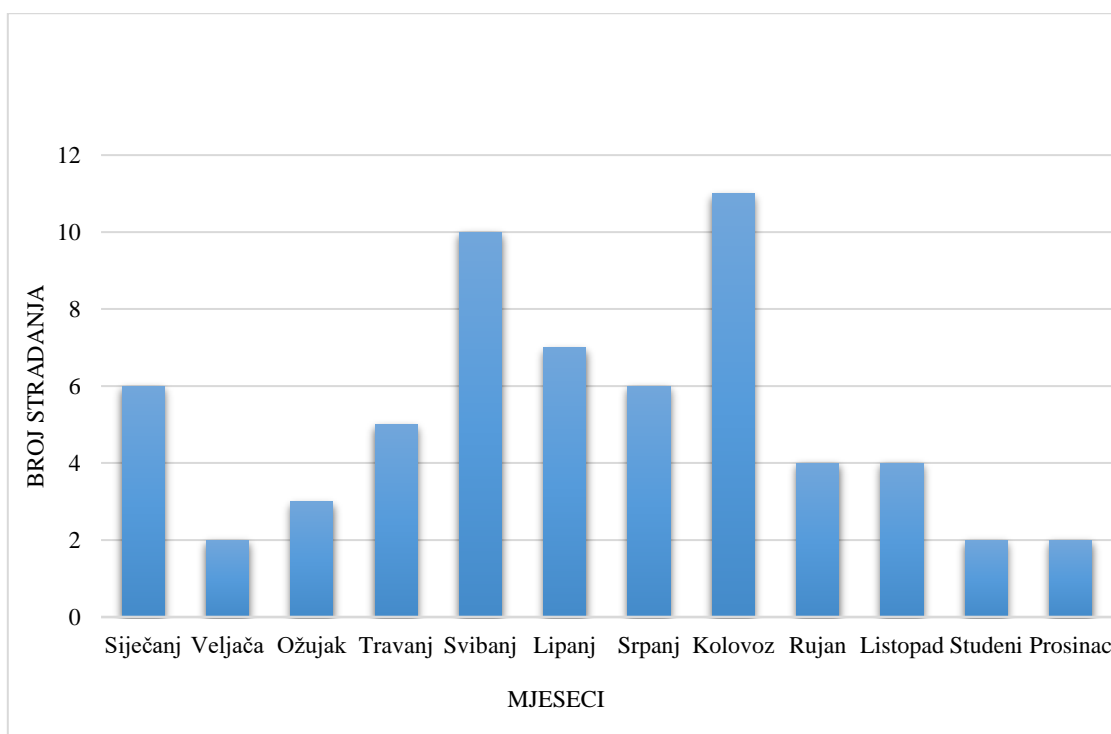
Grafički prikaz br. 3. Broj jedinki divljih vrsta stradalih u cestovnom prometu prema vrstama

### 3.1.2. Godišnja dinamika stradavanja

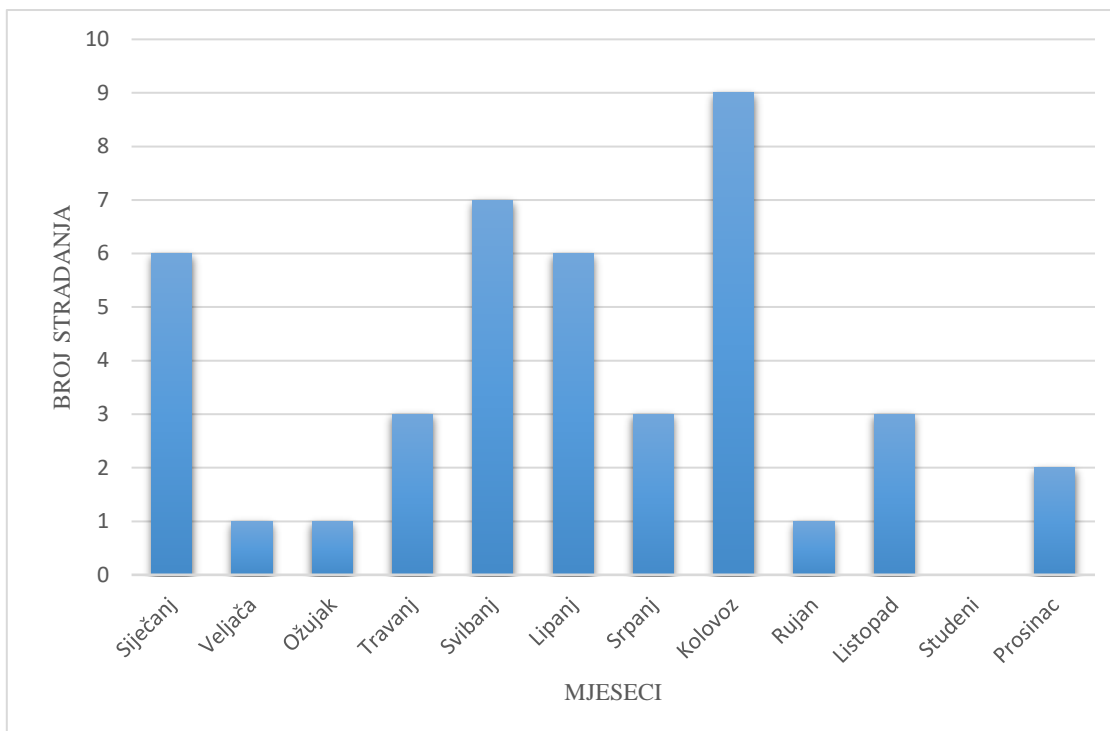
Analiza godišnje dinamike stradavanja (Grafički prikaz br. 4) pokazuje povećanje stradavanja divljih životinja u prometu u siječnju, svibnju i kolovozu. Obzirom na visok udio vrste srne obične u ukupnom stradavanju, ukupna dinamika je izrazito ovisna o aktivnosti, odnosno učestalosti stradavanja navedene vrste. Iako je stradavanje prisutno tijekom cijele jeseni i zime, uzroke povećanja stradavanja u siječnju možemo tražiti u pojačanom soljenju cesta, odnosno potrebi srneće divljači za uzimanjem soli te uznemiravanju radi provedbe skupnih lovova na području lovišta koja okružuju područje Nacionalnog parka (Slika 8). Povećavanje naleta u svibnju povezano je povećanom dnevnom aktivnošću životinja i traženjem novih teritorija ili povoljnih staništa. PINTUR i sur. (2012) te ŠPREM i sur. (2013) također su označili travanj i svibanj kao najkritičnije razdoblje godine u svojim analizama stradavanja srneće divljači. Kolovoz nije uobičajen mjesec vrhunca godišnjeg stradavanja divljači u lovištima i blizini većih gradova (PINTUR i sur., 2012) kao ni na cijelom području Republike Hrvatske (ŠPREM i sur. 2013), dok se u ovoj analizi pokazao kao izrazito kritičan mjesec. Povećanje naleta na životinje tijekom kolovoza podudara se sa vrhuncem turističke sezone i mjesec je s najvećim brojem posjetitelja u Nacionalnom parku Plitvička jezera (Grafički prikaz br. 6). Analizom utvrđena točka s najvećim brojem stradavanja nalazi se u

neposrednoj blizini parkirališta na ulazima u posjetiteljske zone. Slijedom tih čimbenika utjecaj posjetitelja i povećan promet možemo smatrati jednim od ključnih uzroka ljetnog stradavanja životinja na prometnicama uz pojačanu aktivnost srneće divljači uslijed vrhunca reproduksijske sezone (Grafički prikaz br. 5).

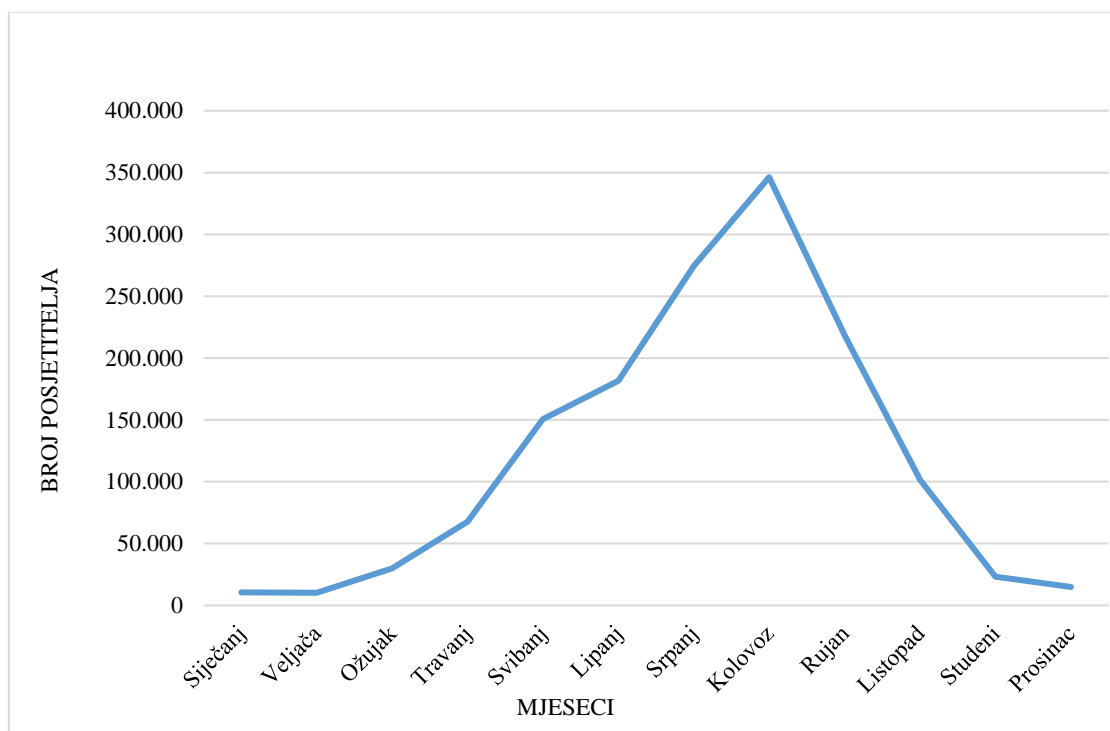
Razdoblje listopada i studenog u ovoj analizi ne pokazuje rezultate kakve su utvrdili PINTUR i sur. (2012) u karlovačkoj županiji, odnosno ŠPREM i sur. (2013) na prostoru cijele Republike Hrvatske.



Grafički prikaz br. 4. Analiza godišnje dinamike stradavanja divljih životinja u cestovnom prometu prema mjesecima



Grafički prikaz br. 5. Analiza godišnje dinamike stradavanja srne obične u cestovnom prometu prema mjesecima



Grafički prikaz br. 6. Dinamika broja posjetitelja u NPPJ u 2016. godini

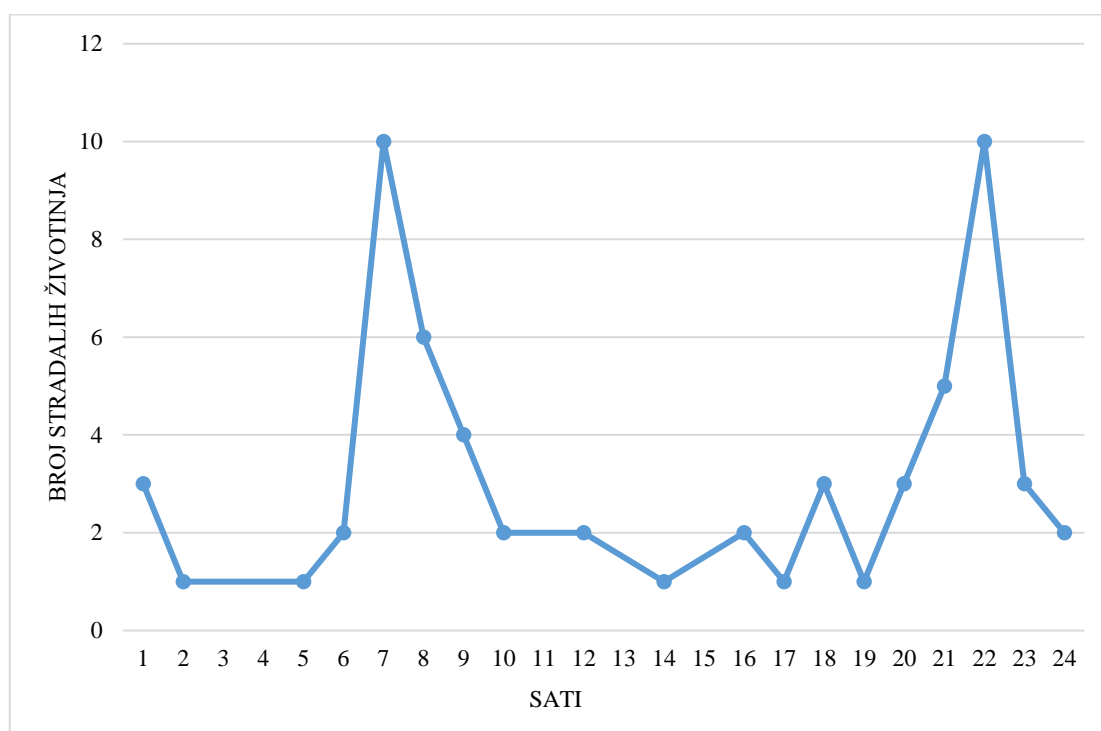




Slika 8. Lovišta oko Nacionalnog parka „Plitvička jezera“

### 3.1.3. Dnevna dinamika stradavanja

Obzirom na razdoblje dana analizom je utvrđeno kritično razdoblje u jutarnjim i ranovečernjim satima (Grafički prikaz br. 7). Uspoređujući s drugim sličnim analizama u Hrvatskoj (PINTUR i sur., 2012) i Europi (POKORNY, 2006) dnevna dinamika stradavanja je vrlo slična i nema većih odstupanja. Razlozi takve dinamike posljedica su povećane aktivnosti divljih životinja (naročito srneće divljači) te smanjene vidljivosti u rano jutarnjim, odnosno večernjim satima.



Grafički prikaz br. 7. Analiza dnevne dinamike stradavanja životinja

## 3.2. Prostorna analiza stradavanja divljih životinja

Prostorni raspored stradavanja prema vrstama prikazan je u slici 9. Podaci o stradavanjima su analizirani temeljem vrijednosti kao što su biomasa životinja odnosno njihov stupanj zaštite (slika 10, 11). Na taj načina su dobivene dvije karte sa različitim “*hot spots*” mjestima. Prva analiza (Slika 10) koja je uzimala u obzir vrijednosti biomase za svaku vrstu životinja ukazuje na četiri točke koje su u kategoriji velike i vrlo velike vjerojatnosti naleta. Točke predstavljaju potencijalna mjesta naleta na životinje velike mase i sukladno tome i posljedično velike materijalne štete.



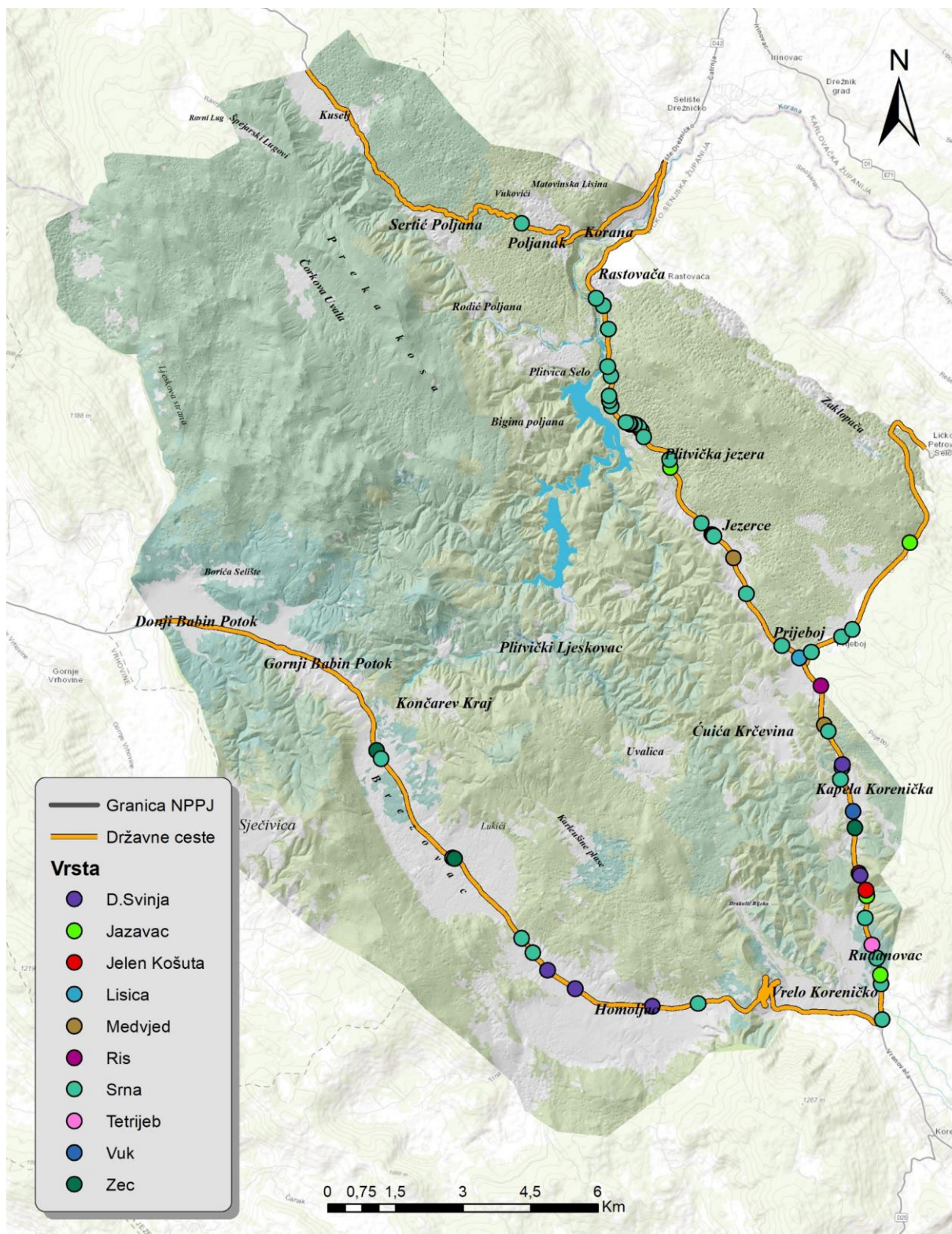
Druga analiza (Slika 11) koja je uzimala u obzir vrijednost stupanj zaštite životinje, daje puno više opasnih mjesta na prometnicama. Gotovo cjelokupna dužina prometnica D-429 i D-1 koje prolaze kroz područje Parka predstavlja veliku i vrlo veliku vjerojatnost naleta na životinje čiji je status strogo zaštićena.

Karte dobivene ovim analizama ukazuju na osjetljivo područje kojom treba posvetiti posebni pažnju u pronalasku rješenja s ciljem smanjivanja učestalosti naleta vozila na divlje životinje.

Većina točaka označenih kao “*hot spots*” nalaze se u blizini posjetiteljskih ulaza ili naselja. Točka koja ulazi u kategoriju vrlo velike vjerojatnosti naleta nalazi se u blizini parkirališta i ulaza u posjetiteljski sustav Parka. Na toj dionici je i Hotel Jezero, a vrlo blizu su i ostali hoteli kao i njihova parkirališta. Tijekom turističke sezone koja vremenom postaje sve duža protok ljudi i prometa mjeri se u stotinama tisuća posjetitelja (Grafički prikaz br. 6) i bez sumnje ima velik utjecaj na slobodnu migraciju životinja kao i njihov mir u staništu.

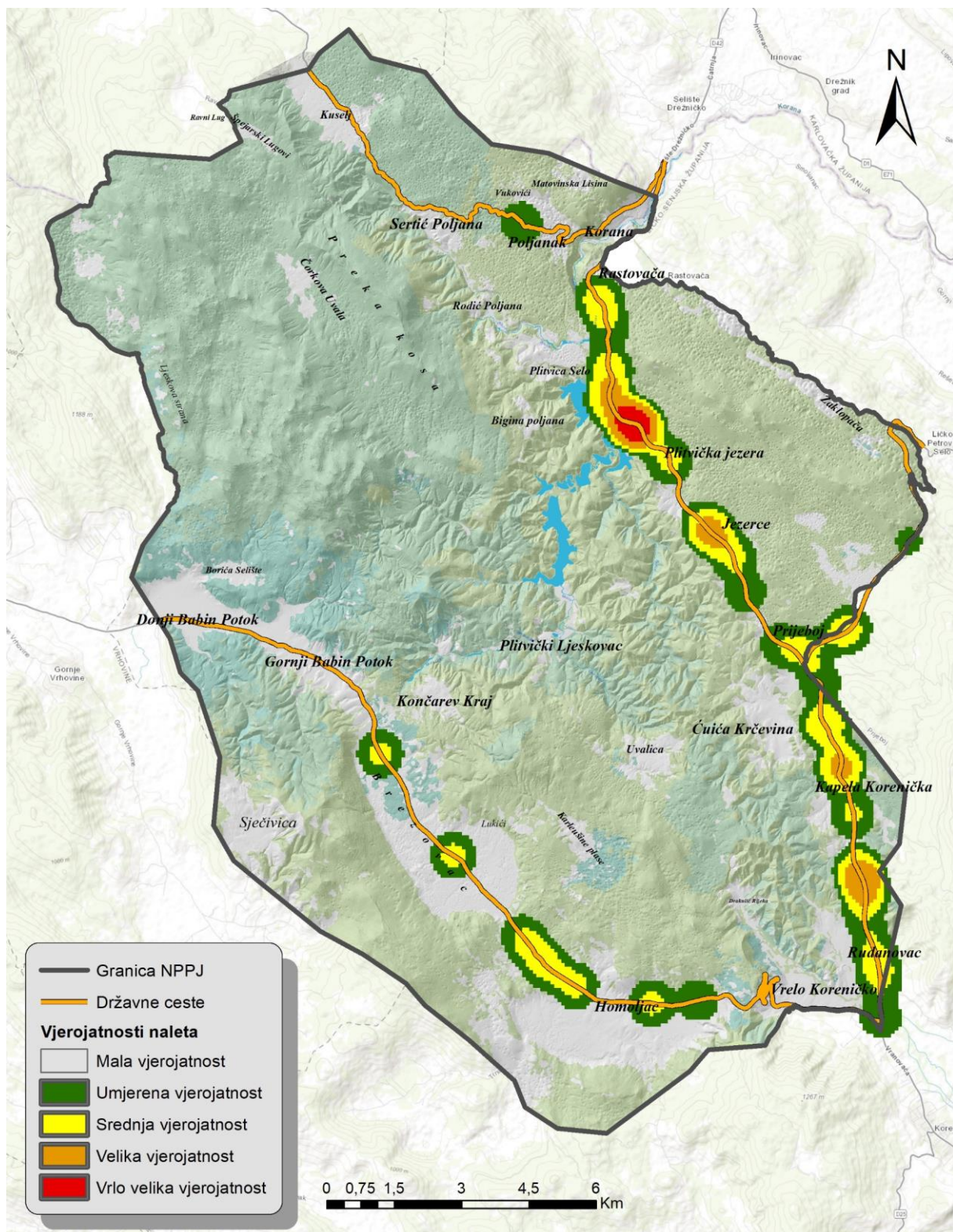
Ostale točke koje su označene kao velika vjerojatnosti naleta nalaze se u blizini naselja Jezerce koje je izrazito turističko naselje. Turistička sezona traje tijekom cijele godine dok ljeti ulazi u svoj vrhunac gdje se naselje od 246 stanovnika poveća nekoliko puta (ANONYMOUS 2019). Uznemiravanje životinja kao i gust promet može se navesti kao glavi uzrok stradavanja na označenim dionicama.

U obzir treba uzeti i prirodne prijelaze koje koriste sve vrste životinja bez obzira na stupanj zaštite ili veličinu tako da dolazi do preklapanja točaka označenih kao “*hot spots*”.



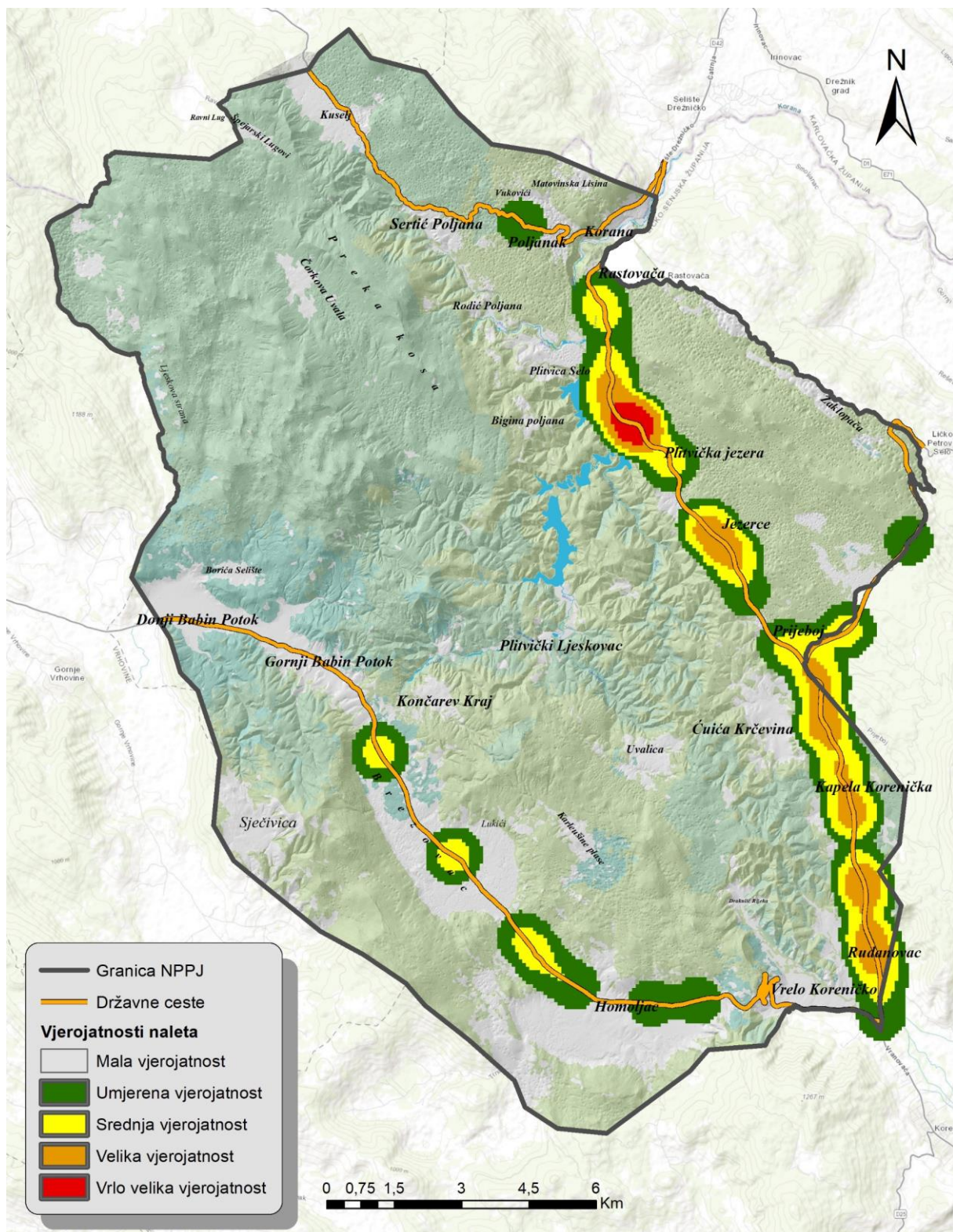
Slika 9. Mjesta stradavanja divljih životinja prema vrstama





Slika 10. Karta vjerojatnosti naleta na životinje u NP „Plitvička jezera“ obzirom na biomasu. Crveno i narančasto označena su mjesta kao “hot spots”





Slika 11. Karta vjerojatnosti naleta na strogo zaštićene životinje u NP „Plitvička jezera“. Crveno i narančasto označena su mjesta kao “hot spots”

Analizom i obradom podataka metodom i GIS alatom *Kernel Density Estimation* dobilo se pet kategorija vjerojatnosti naleta automobila na životinje (Slika 10, 11). Broj stradalih životinja kao i dužina pojedine dionice u svakoj kategoriji prikazana je u tablici 4. Ukupna dužina dionica cesta koje predstavljaju opasnost iznosi 24,46 km u analizi kojoj je kriterij vrednovanja biomasa odnosno 29,7 gdje je kriterij vrednovanja stupanj zaštite. Prosječan broj stradalih životinja u svim kategorijama je 2,53 životinje po kilometru u analizi kojoj je kriterij vrednovanja biomasa dok je analiza sa kriterijem vrednovanja stupnja zaštite životinje dala prosječan broj od 2,08 životinja po kilometru.

Kategorije vjerojatnosti i rezultati gustoće stradavanja životinja su slijedeći:

A) Mala vjerojatnost naleta

- Ova kategorija na karti nije označena bojom i odnosi se na svu preostalu površinu odnosno prometnice koje nemaju veći stupanj ugroženosti, što ne znači da mogućnost naleta ne postoji. Na cestama u ovoj kategoriji nisu zabilježeni naleti.

B) Umjerena vjerojatnost naleta

- Ova kategorija na karti označena je zelenom bojom i odnosi se na dijelove ceste na kojima su zabilježeni rijetki naleti na životinje. Broj stradalih životinja po kilometru dionice prema kriteriju vrednovanja biomase iznosi 0,66 dok prema kriteriju gdje je vrednovanje stupanj zaštite iznosi 0,93.

C) Srednja vjerojatnost naleta

- Ova kategorija, odnosno dionica cesta na karti je označena žutom bojom i odnosi se na dijelove ceste na kojima su zabilježeni četi naleti na životinje. Broj stradalih životinja po kilometru dionice prema kriteriju vrednovanja biomase iznosi 2,17 dok prema kriteriju gdje je vrednovanje stupanj zaštite iznosi 1,8.

D) Velika vjerojatnost naleta

- Ova kategorija na karti označena je narančastom bojom i odnosi se na dijelove ceste na kojima su zabilježeni vrlo česti naleti na životinje. Ove dionice možemo smatrati „hot spots“ područjima, stoga ih je potrebno analizirati s ciljem sprečavanja, odnosno smanjenja stradavanja divljih životinja. Broj stradalih životinja po kilometru dionice prema kriteriju vrednovanja biomase iznosi 6,25 dok prema kriteriju gdje je vrednovanje stupanj zaštite iznosi 2,45.

#### E) Vrlo velika vjerojatnost naleta

- Ova kategorija na karti označena je crvenom bojom i odnosi se na dijelove ceste na kojima su zabilježeni najčešći naleti vozila na životinje. Dijelovi prometnica koji spadaju u ovu kategoriju ukazuju na “*hot spots*” ili vruće točke. Zahtijevaju posebnu pažnju s ciljem smanjivanja naleta vozila na divlje životinje. Broj stradalih životinja po kilometru dionice prema kriteriju vrednovanja biomase iznosi 11,11 dok prema kriteriju gdje je vrednovanje stupanj zaštite iznosi 7,69

Tablica 4. Analiza broja stradavanja divljih životinja po km u svakoj kategoriji vjerojatnosti

Kategorija	BIOMASA			STUPANJ ZAŠTITE		
	Dužina dionice u km	Broj stradalih životinja	Broj stradalih životinja po km	Dužina dionice u Km	Broj stradalih životinja	Broj stradalih životinja po km
Mala vjerojatnost	0	0	0	0	0	0
Umjerena vjerojatnost	9	6	0,66	7,5	7	0,93
Srednja vjerojatnost	11,04	24	2,17	10,3	19	1,8
Velika vjerojatnost	3,52	22	6,25	10,6	26	2,45
Vrlo velika vjerojatnost	0,9	10	11,11	1,3	10	7,69
UKUPNO	24,46	62	2,53*	29,7	62	2,08*

(\*označava prosječan broj stradalih životinja u svim kategorijama)

### 3.3. Moguća rješenja

Štete uzrokovane kolizijom automobila i divljih životinja vrlo su velike, i stvaraju ekonomske gubitke vozačima, javnim ustanovama i lovozakupnicima koji upravljaju prirodnim resursima i područjem na kojem prometnica prolazi (PINTUR i sur., 2012).

U skladu sa stupnjevima ili kategorijama opasnosti od naleta vozila na životinje predložene su mjere sprečavanja ili smanjivanja učestalosti naleta. Stalnim nadzorom i daljnjim prikupljanjem informacija sigurno će se doći do korekcija, kako na mjestima pojedinih dionica tako i u stupnjevima opasnosti. Neke od mjera za sve kategorije opasnosti su jednake. Mjere

usmjerene prema vozačima mogu se svesti na tri učinkovite mjere: edukacija vozača, pasivni znakovi i povećanje vidljivosti životinja (HEDLUND i sur., 2003).

Pošto živimo u vremenu interneta gdje je dostupnost pisanih i sličnih materijala vrlo velika, odnosno gdje je utjecaj medija na populaciju velik, tu činjenicu potrebno je iskoristiti i s aspekta zaštite prirode. Tiskanje brošura, oglašavanje u medijima kao i malo agresivnija kampanja prema vozačima uz edukaciju pomogla bi u smanjivanju broja naleta. Divlje životinje nemaju tu mogućnost shvaćanja opasnosti dok bi pravilna i česta edukacija i skretanje pozornosti vozača dalo dobre rezultate.

Znakove možemo podijeliti na pasivne i aktivne. Pod pasivne znakove ubrajaju se prometni i slični znakovi koji su fiksno postavljeni uz prometnice. Svojom prisutnošću skreću pozornost na prisutnost divljih životinja. Iako vrlo česta i uobičajena mjera, do sada niti jedna studija nije dokazala učinkovitost takve mjere. Vozači znakove ignoriraju, pogotovo na mjestima gdje prelasci životinja nisu česti kao i naleti (HEDLUND i sur., 2003).

Aktivni znakovi zahvaljujući tehnološkom napretku puno su učinkovitiji od pasivnih. Povezani su s direktnom prisutnošću životinje i trenutno alarmiraju vozače u realnom vremenu. Postoji širok spektar različitih sustava aktivnih znakova koji su se pokazali kao vrlo učinkoviti u smanjivanju prometnih nesreća uzrokovanih migracijom životinja (PUTMAN, 2004).

Vidljivost životinje može se povećati osvjetljenjem prometnice, uklanjanjem vegetacije kao i mjerama ograničavanja brzine. Osvjetljenje prometnica moguće je primijeniti u naseljenim područjima gdje uz ograničavanje brzine učinak može biti vrlo dobar. Nedostatak je što osvjetljenje kao preventivna mjera ima smisla samo u noćnim satima (PUTMAN, 2004). Uklanjanje vegetacije standardna je i preporučljiva mjera u mnogim državama Europe i Sjeverne Amerike (PUTMAN, 1997) kao i Hrvatske (10. HAHN, 2015). Izgradnja zelenih mostova ili podzemnih prolaza za životinje mogu se smatrati vrlo dobrim rješenjem na pojedinim dionicama prometnica, ovisno o potrebi i mogućnosti izgradnje istih. Za takve zahvate potrebne su opširnije analize za utvrđivanje lokacija i stvarnih potreba za izgradnjom. Ekodukti svakako spadaju kao učinkovito rješenje za smanjivanje i ublažavanje naleta na životinje

Izgradnja ograda nije uzeta u obzir iako je česta mjera pogotovo kod autocesta, kao ni sve vrste repelenata (zvučni i kemijski), pošto ovakvi načini smanjivanja broja kolizija automobila i životinja direktno utječe na prirodne migracije i ponašanje životinja. Sve preporučene mjere uglavnom će se odnositi na vozače.

### 3.3.1. Mala vjerojatnost naleta

Na ove prometnice preporučuju se mjere usmjerene prema vozačima u vidu službenih prometnih znakova koji upozoravaju na nalet divljači. Često je primjenjiva mjera, zahtjeva male troškove u usporedbi s mogućim nastalim štetama. Edukacija i marketinška kampanja od strane NP „Plitvička jezera“ bila bi povezana sa vizualno identičnim znakovima na ulascima u područje Parka koji bi alarmirali vozače da ulaze u osjetljivo područje. Iako pasivni znakovi nisu do sada davali velike rezultate u smanjivanju naleta na životinje smatra se da će biti dovoljni s obzirom na broj naleta. Većina ove kategorije spada u kontrolirane prometnice od strane Nacionalnog parka tako da veća ulaganja u sigurnost nisu potrebna. Mjerama pasivnih znakova dodana je opća edukacija vozača i pobuđivanja svijesti javnosti. Daljnjim promatranjem i analizom naleta na pojedinim dionicama kategorija se može pomaknuti na više i tim dodati nove mjere za sprječavanje i smanjivanje naleta.

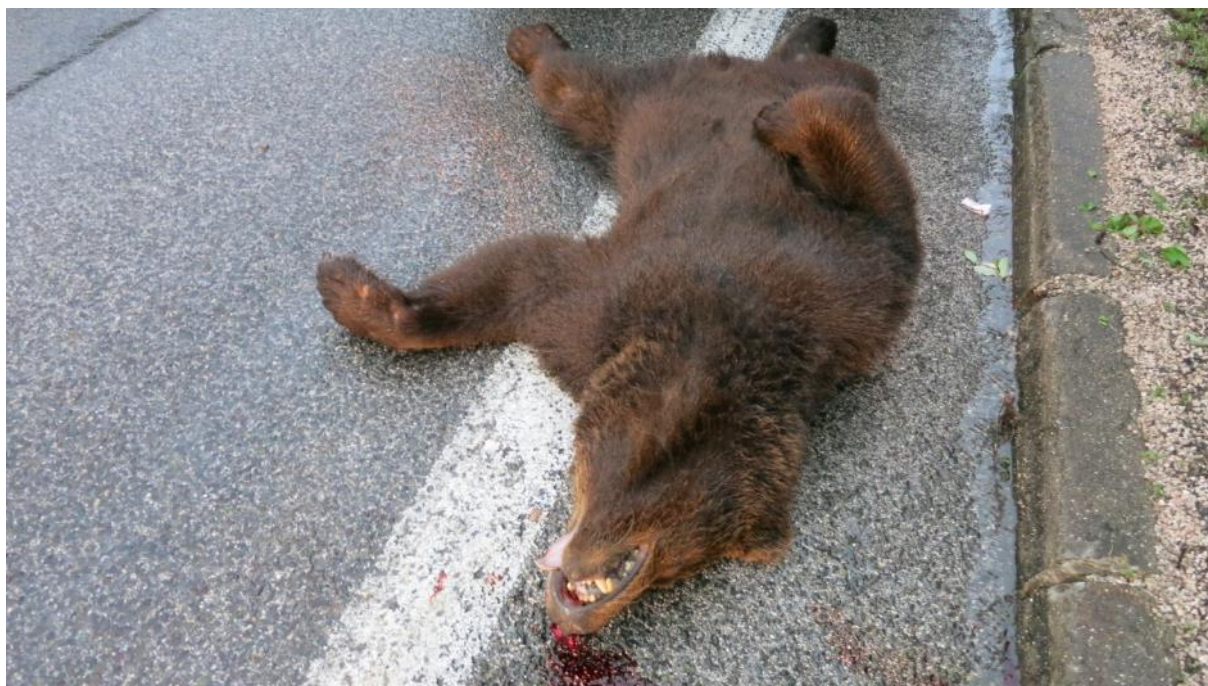


Slika 12. Znak opasnosti divljač na cesti



### 3.3.2. Umjerena vjerojatnost naleta

U ovoj kategoriji prometnica nalazi se najveći postotak stradavanja životinja. Obzirom da su naleti česti (Slika 10), na ovim lokacijama potrebne su mjere usmjerene prema vozačima. Ovdje se od mjera prema vozačima također preporuča edukacija kao i za cjelokupno područje Parka. Uz pasivne znakove jedna od mjera svakako bi trebala biti ograničavanje brzine vozačima. Kako se navedena kategorija nalazi većinom izvan naseljenih područja najveća moguća brzina iznosi 80 km/h. Smanjivanjem brzine na 60 km/h na dionicama označenim kao kritične, moguće je smanjivanje naleta na životinje ukoliko bi se vozači takvih mjera i pridržavali. Iskustva u Europi i Sjevernoj Americi ukazuju kako samo mjera smanjivanja najveće dopuštene brzine na kritičnim dionicama ceste, kao jedina mjera, može dati dobre rezultate smanjenja broja naleta na životinje te je označena kao ključna mjera koja podiže učinkovitost svih ostalih preporučenih aktivnosti i mjera kod smanjivanja broja naleta vozila na životinje (PUTMAN, 2004).



Slika 13. Stradali medvjed na prometnici u NP „Plitvička jezera“ (Izvor: arhiva NPPJ)

### 3.3.3. Srednja vjerojatnost naleta

Ovo je kategorija koja zahtjeva veće napore i ulaganja u stanište (Slika 10 i 11). Mjere prema vozačima preporučaju se kao i u prethodnoj kategoriji. Ovdje se može razmotriti i osvjetljavanje prometnica u naseljenim područjima, dok bi smanjivanje najveće dopuštene brzine na 50 km/h bilo obavezno.

Prema preporukama Ministarstva zaštite okoliša i energetike u smjernicama za zahvate na prometnicama svakako treba posvetiti pažnju održavanju vegetacije uz prometnice kako bi se smanjilo privlačenje životinja, povećala vidljivost i smanjio rizik od kolizije sa automobilima (ANONYMOUS, 2015). Navedene mjere preporučuju se i u drugim državama Europe pošto su dale dobre rezultate (PUTMAN, 1997). Upotreba kemijskih i zvučnih repelenata, koji su upotrebljavani u nekim zemljama Europe i Sjeverne Amerike ne bi se provodila. Ove mjere nisu se pokazale kao dugotrajno i učinkovito rješenje (PUTMAN, 1997). Razlog je vrlo brzo navikavanje životinja na zvukove ili izbjegavanje mjesta na kojem je kemijski repelent. Životinje prolaze unatoč repelentima ili ga potpuno izbjegavaju i mijenjaju puteve migracije. Ovom metodom samo se promijeni mjesto kritične točke dok smanjivanje broja naleta izostaje.

Za razliku od zvučnih i kemijskih repelenata mogu se uzeti u obzir reflektirajući uređaji koji se aktiviraju prolaskom vozila. Trenutno postoji cijeli niz proizvođača reflektirajućih uređaja koji su u kombinaciji s ograničavanjem brzine na kritičnoj dionici mogu biti učinkoviti. Uređaji samo privremeno odgađaju prelazak životinje preko prometnice tako da uobičajeni putovi migracije i točke prelaska ostaju iste. Glavni nedostatak ove mjere je njen noćni efekt (PUTMAN 2004).

### 3.3.4. Velika i vrlo velika vjerojatnost naleta

Zadnje dvije kategorije spadaju u vruće točke ili *“hot spots”* na prometnicama i predstavljaju veliku opasnost kako za životinje (Slika 12) tako i za sve sudionike prometa. Kategorije zahtijevaju sve raspoložive i moguće metode smanjivanja kolizija životinja i automobila. Uz prethodno navedene preporučene mjere prema vozačima i životinjama u ovim kategorijama možemo preporučiti dodavanje aktivnih znakova. Takve vrste znakova koriste se u raznim verzijama širom svijeta. Koriste se različite tehnologije i sustavi uzbunjivanja vozača na prisutnost životinje na cesti (PUTMAN, 2004).





Slika 14. Stradali ris na dionici ceste označeno kao kategorija srednje vjerojatnosti naleta  
(Izvor: arhiva NPPJ)



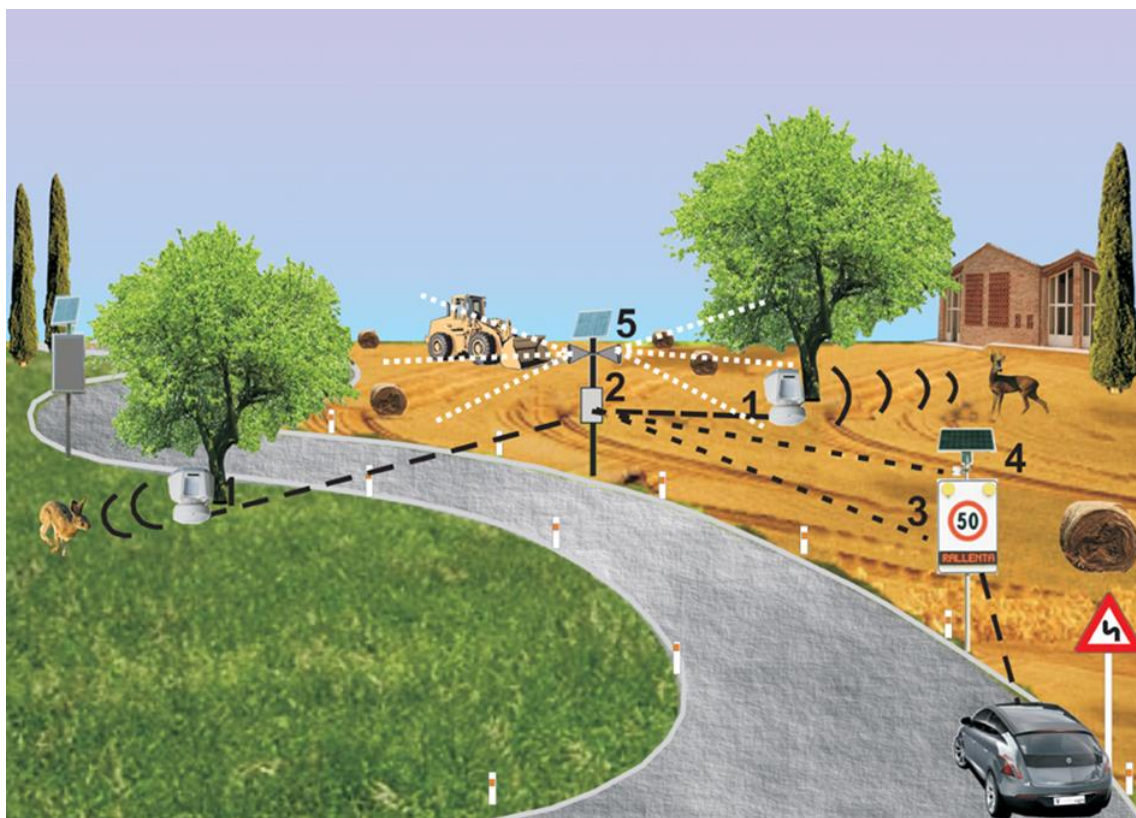
Slika 15. Stradali vuk na jednoj od "*hot spot*" lokacija (Izvor: arhiva NPPJ)

Mogući sustav kojim bi se smanjila učestalost prometnih nesreća, pa tako i zaštitile divlje životinje i vozači predviđen za ovu kategoriju opasnosti je sustav upotrijebljen i razvijen za potrebe LIFE programa talijanske regije Umbria pod nazivom LIFE STRADA (izvor: [www.lifestrade.it](http://www.lifestrade.it))

LIFE STRADA projekt imao je zadatak osmisлити i razviti inovativan sustav sprječavanja ili smanjivanja broja naleta automobila na divljač. Sustav je imao za cilj upozoriti i životinje i vozače na moguće neželjene susrete. Kako je cilj svakog LIFE projekta razviti upotrebljivu metodologiju za daljnju upotrebu ovaj sustav se čini idealan za umanjivanje naleta na iznimno osjetljivim predjelima u zaštićenom području kao što je Nacionalni park Plitvička jezera.

Sustav se sastoji od (Slika 16):

- 1) središnje upravljačke jedinice,
- 2) četiri radarska dopplerska senzora (dva za registraciju brzine vozila na obje strane ceste i dva za snimanje prisutnosti životinja uz cestu),
- 3) dva cestovna znaka koji upozoravaju vozače automobila i
- 4) akustični i optički sustav zastrašivanja.



Slika 16. Sustav za upravljanje i smanjenje sudara (Izvor: [www.lifestrade.it](http://www.lifestrade.it).)



Sustav radi na sljedeći način: radarski doppler senzor (1) registrira prisutnost približavajuće životinje i šalje informacije elektronskoj upravljačkoj jedinici (2). Upravljačka jedinica aktivira signal upozorenja za vozače (3), pozivajući ih da usporavaju na prihvatljivu brzinu. Drugi senzor (4) mjeri da li se automobil usporava do željene brzine.

Ako se to dogodi, sustav prestaje djelovati. U suprotnom radar šalje signal natrag na upravljačku jedinicu (2), koja aktivira optički i / ili zvučni sustav zastrašivanja (5), koji će prestrašiti ili potaknuti životinju da pobjegne.

Sustav se sastoji od senzora povezanih sa softverskom platformom koja omogućava potpuno daljinsko upravljanje i praćenje, što zauzvrat omogućuje brzu intervenciju u slučaju neuspjeha.

Doppler radarski senzori imaju kapacitet raspona od 200 metara i mogu odrediti točnu brzinu između 0 i 299 km/h.

Sustav akustičkog zastrašivanja ima digitalnu upravljačku jedinicu s više od 500 različitih vrsta zvukova. Njegov rad osigurava raznolike stanke, nikad iste, i integrira metodu varijacije volumena zvuka koja izbjegava stvaranje navika kod životinja.

U posebnim situacijama konfiguracije okoline, kako bi se osiguralo da preglednost senzora jamči pregled prolaza životinja, moglo bi se razmotriti postavljanje metalne ograde koja bi navodila životinje prema području senzora.



Slika 17. Oznaka za nadolazeći sustav (Izvor: [www.lifestrade.it](http://www.lifestrade.it).)

Ovaj sustav dolazi uz instalaciju specifičnih znakova uz cestu (Slika 14) koji ukazuju na prisutnost samog sustava. Na taj način vozači koji prolaze na određenim dijelovima ceste odgovarajuće su upozoreni na nadolazeći sustav kao i prisutnost životinja na cesti.

Glavne prednosti sustava su:

1. Životinja se odvraća od prelaska ceste samo ako postoji stvarni rizik od utjecaja na vozilo; tako da sustav ne ometa njihovo uobičajeno kretanje i migracije te se izbjegava navikavanje životinja na sustav.
2. Isto se odnosi i na vozače: svjetlosni sustav upozorenja aktivira se samo kada su životinje blizu ceste.
3. U usporedbi s drugim sustavima odvratanja životinja, koji su iznimno osjetljivi na razlike u kutu s obzirom na cestu i nagib tla, ovaj sustav je jači i ne zahtijeva učestale intervencije.
4. IT platforma sustava omogućuje daljinsko upravljanje njegovim radom i ne zahtijeva velike napore u održavanju sustava nakon što je postavljen i potpuno operativan.
5. Sve komponente sustava su u skladu s propisima prometnih zakona EU.

Iza svega navedenog jasno je kako bi se sustav mogao usvojiti ne samo u zaštićenim područjima kao što je Nacionalni park Plitvička jezera već je primjenjiv i za druge kritične dionice cesta u Republici Hrvatskoj. Glavna snaga ovog sustava je da istodobno djeluje i štiti divlje životinje i vozače.

Rezultat ovakvih sustava, prema iskustvima projekta LIFE STRADA je smanjivanja broja prometnih nesreća u kojima sudjeluju divlje životinje (naročito veliki predatori i papkari) za 40 -100%. Procjena je da svaki uređaj mjesečno spriječi 10 nesreća.

U svakom slučaju vrlo jednostavan i primjenjiv sustav, koji bez gotovo ikakvih zahvata u prostoru pridonosi sigurnosti na cestama Parka, kao i očuvanju živog svijeta koji obitava u njemu.



## 4. ZAKLJUČAK

Nacionalni park Plitvička jezera spada u jedno od najvrjednijih zaštićenih prirodnih područja u Republici Hrvatskoj. Svojom posebnosti u svim dijelovima prirodnih obilježja kao i stupnju očuvanosti, zaslužuje i mjesto na UNESCO-vom Popisu Svjetske prirodne baštine. Sukladno svojom atraktivnošću i ljepotama, ovo područje je vrlo posjećena turistička destinacija. Kako prekomjerno posjećivanje i turizam sa svojim negativnim utjecajima predstavljaju izazov upravljanju ovim Parkom, s kojom se također susreću i druga zaštićena područja, jedna od negativnosti i posljedica turističke posjećenosti je povećani broj naleta na divlje životinje. Utjecaj čovjeka na prirodno stanište divljih životinja postoji, a jedan od značajnijih je prometna infrastruktura. Osim fragmentiranja i smanjivanja staništa njen direktan utjecaj na životinje nije zanemariv.

Analizama je utvrđeno kako je srna najugroženija životinja u cestovnom prometu pogotovo u ranojutarnjim i večernjim satima. Mjesec svibanj i kolovoz su najkritičnija razdoblja u godini. Proljeće je najkritičnije razdoblje za životinje u cestovnom prometu. Razloge stradavanja srna možemo tražiti u povećanoj migraciji uslijed razbijanja zimskih krda, napuštanje zimskih staništa i traženja novih životnih prostora. Kolovoz je specifično razdoblje stradavanja na području Nacionalnog parka Plitvička jezera budući se poklapa s vrhuncem turističke sezone i direktno se povezuje s povećanjem broja automobila i uznemiravanjem životinja. Geoprostornim prikazom i utvrđivanjem „hot spots“ lokacija također se može utvrditi direktan utjecaj turističke sezone jer je najveći broj stradanja životinja zabilježen u blizini glavnih ulaza, parkirališta u posjetiteljskoj zoni i u zonama naselja s izraženim turističkim djelatnostima.

Analize pomoću *Kernel Density Estimation* alata (KDE) koje su imale za kriterij biomasu životinja odnosno njihov stupanj zaštite u Republici Hrvatskoj dale su različite rezultate rasprostranjenosti „hot spots“ točaka. Lokacije „hot spots“ točaka kod analize s kriterijem biomase koncentriraniji su zbog veće brojnosti prvenstveno srneće divljači i njenog korištenja istih prijelaza. Treba napomenuti da se dosta točaka preklapa u obje analize što ukazuje na korištenje istih prijelaza kod različitih vrsta životinja.

Ponudena rješenja u skladu su s iskustvima i rezultatima drugih istraživanja i analiza naleta na životinje. Očekujemo da bi ograničavanje brzine na kritičnim dionicama i postavljanje sustava s upozorenjem vozačima na prisutnost životinje na cesti dalo dobre rezultate s ciljem smanjenja broja naleta vozila na divlje životinje. Sve mjere za sprečavanje naleta trebaju

omogućiti nesmetanu dnevnu i sezonsku migraciju životinja i što manje uznemiravanje. Kao jedna od bitnih mjera je i osvijestiti vozače i lokalno stanovništvo o važnosti sprječavanja naleta na životinje kao i na njihovo uznemiravanje tijekom turističke sezone.

Stalnim praćenjima stanja, prikupljanjem podataka te njihovim analiziranjem, možemo dati odgovarajuća rješenja i mjere potrebne za smanjivanje naleta na najmanju moguću vrijednost. Metodologija i mjere mogu poslužiti kao obrazac za smanjivanje šteta na divljim životinjama i automobilima u drugim zaštićenim područjima kao i svim područjima gdje kolizije automobila i divljači stvaraju velike probleme.

## 5. LITERATURA

1. ALEGRO, A., V. ŠEGOTA (2018.) Flora i vegetacija mahovina i vaskularnih biljaka sedrenih barijera Plitvičkih jezera. Izvješće za 2016. i 2017. godinu, Hrvatsko botaničko društvo, Zagreb, str. 130
2. ALI AGHAJANIA, M. R. SHAHNI DEZFOULIAN, A. REZAEI ARJROODY, M. REZAEI (2016.): Applying GIS to Identify the Spatial and Temporal Patterns of Road Accidents Using Spatial Statistics. *Transportation Research Procedia*, 25, str. 2126–2138.
3. ANIĆ, I., S. MIKAC, (2008): Struktura, tekstura i pomlađivanje dinarske bukovo-jelove prašume Čorkova uvala. *Šumarski list*, vol. 132, str. 11-12.
4. ANONYMOUS (2018): Plan upravljanja NP Plitvička jezera 2019. – 2028.. Konačni nacrt za javnu raspravu. [www.np-plitvicka-jezera.hr](http://www.np-plitvicka-jezera.hr) (20.05.2019).
5. ANONYMOUS (2019): Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2011. godine: stanovništvo prema starosti i spolu, po naseljima, [www.dzs.hr](http://www.dzs.hr) (27.04.2019.)
6. BALČIAUSKAS, L (2009): Distribution of species-specific wildlife-vehicle accidents on Lithuanian roads, 2002 – 2007. *Estonian Journal of Ecology*, 58, 3, 157-168.
7. CARLOS, H.A., X. SHI, J. SARGENT, S. TANSKI, M.E. BERKE (2010): Density estimation and adaptive bandwidths: A primer for public health practitioners. *International Journal of Health Geographics*, 9, str. 39.
8. COLINO-RABANAL, V.J., S.J. PERIS (2016): Wildlife roadkills: improving knowledge about ungulate distributions?. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, vol 27, str. 91-98.
9. FRANIĆ, D. (1910): Plitvička Jezera i njihova okolica. Tisak kraljevske zemaljske tiskare, Zagreb, str. 1- 439
10. HAHN, E. (2015): Stručne smjernice - Prometna infrastruktura, [www.haop.hr](http://www.haop.hr) (20.05.2019)
11. HASHIMOTO, H., S.S. YOSHIKI, R. SAEKI, Y., MIMURA, A. RYOSUKE, S. NANBA (2016): Development and application of traffic accident density estimation models using kernel density estimation. *Journal of traffic and transportation engineering (English Edition)*, Vol. 3, str. 262-270.
12. HUBER, Đ., Z. JAKŠIĆ, A., FRKOVIĆ, Ž. ŠTAHAN, J. KUSAK, D. MAJNARIĆ, M. GRUBEŠIĆ, B. KULIĆ, M. SINDIČIĆ, A. MAJIĆ SKRBINŠEK, V. LAY, M.

- LJUŠTINA, D. ZEC, R. LAGINJA, I. FRANCETIĆ (2008): Plan gospodarenja smeđim medvjedom. Ministarstvo regionalnog razvoja, šumarstva i vodnoga gospodarstva, Uprava za lovstvo, Ministarstvo kulture, Uprava za zaštitu prirode u Republici Hrvatskoj. str. 27-28
13. HUBER, Đ. (2017): Istraživanje brojnosti, korištenja prostora i ponašanja medvjeda na području NP Plitvička jezera. Završno izvješće o izvršenim radovima za razdoblje 2015-2016, str. 1-21
14. HEDLUND, J.H., P.D., CURTIS, G., CURTIS, A.F., WILLIAMS, (2003): Methods to Reduce Traffic Crashes Involving Deer: What Works and What Does Not. Traffic Injury Prevention, 5, str. 122-31.
15. KRAPINEC, K. (2014.): Šumske koke NP Plitvička jezera – rasprostranjenost i utjecaj turističkih aktivnosti. Završno izvješće projekta, str 1-40
16. KUSAK, J. (2016): Prostorna ekologija vukova u Nacionalnom parku Plitvička jezera. Konačno izvješće za razdoblje 2014.-2016, str. 1-44
17. KUSAK, J. (2017): Prostorna ekologija risova u Nacionalnom parku Plitvička jezera. Konačno izvješće za razdoblje 2015.-2017, str.1-45
18. LIFE STRADA (2019): Final report. [www.lifestrade.it](http://www.lifestrade.it) (10.06.2019)
19. MORELLE, K. F. LEHAIRE, P. LEJEUNE (2013): Spatio-temporal patterns of wildlife-vehicle collisions in a region with a high-density road network. Nature Conservation, 5, str. 53–73.
20. MOSHTAGHIE, M., M. KABOLI (2015): Finding the best location for installing of wildlife signs using kernel density estimation in Khojir National Park. International Journal of Environmental Research and Public Health, 4, str. 45.
21. PINTUR, K., V. SLIJEPČEVIĆ, N. POPOVIĆ, D. ANDRIJAŠEVIĆ (2012): Dinamika stradavanja divljih životinja na prometnicama Karlovačke Županije. Zbornik radova 44. hrvatskog i 4. međunarodnog simpozija agronoma, 16-20 veljače, Opatija, str. 706-710.
22. POKORNY, B. (2006): Roe deer-vehicle collisions in Slovenia: situation, mitigation strategy and counter measures. Vet. Arhiv, 76 (Suppl.), Str. 177-187.
23. Pravilnik o strogo zaštićenim vrstama. Narodne novine, 144/13.
24. PUTMAN, P.J. (1997): Deer and Road Traffic Accidents: Options for Management. Journal of Environmental Management, 51, 43–57.
25. PUTMAN, P.J., J. LANGBEIN, B.W. STAINES (2004): Review of mitigation measures: costs and cost-effectiveness. Report for the Deer Commission for Scotland, str. 5-49.

26. RUBINIĆ, J., G. ZWICKER, N. DRAGIČEVIĆ (2008): Doprinos poznavanju hidrologije Plitvičkih jezera – dinamika kolebanja razine jezera i značajne promjene. Savjetovanje „Hidrološka mjerenja i obrada podataka“ NP Plitvička jezera, 26.-28. 11. 2008. Zbornik radova, Rijeka, str. 207-230.
27. SILVERMAN, W.B. (1998): Density Estimation for Statistics and Data Analysis. School of Mathematics, University of Bath, UK, str. 1-13.
28. ŠPREM, N., D. DUDAKOVIĆ, T. KEROS, D. KONJEVIĆ (2013): Wildlife-Vehicle Collisions in Croatia, Article in Collegium antropologicum, 37, 531–535.
29. TUTIĆ, D., N. VUČETIĆ, M. LAPAINE (2006): Uvod u GIS. Priručnik, Geodetski fakultet, Zagreb, str. 1-39.
30. VIDAKOVIĆ, P. (1974): Čovjek i priroda – Plitvička Jezera. Dosadašnji privredni razvoj i buduće vrednovanje plitvičkog područja. Nacionalni park Plitvice, str. 71 – 127.
31. Zakon o izmjenama zakona o proglašenju Plitvičkih Jezera nacionalnim parkom, Narodne novine br. 13/97.
32. Zakon o lovstvu, Narodne novine br. 99/18, 32/19.
33. Zakon o zaštiti prirode, Narodne novine br. 80/13, 15/18, 14/19.
34. [whc.unesco.org/](http://whc.unesco.org/), 28.04.2019.
35. [www.bioportal.hr/](http://www.bioportal.hr/) 28.04.2019.